Tome 40 1976. Fascicule 3

REVUE DE MYCOLOGIE

Directeur Roger HEIM Membre de l'Institut

LABORATOIRE DE CRYPTOGAMIE
MUSÉUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE
12 rue Buffon, 75005 PARIS

Ouvrage publié avec le concours du Centre National de la Recherche Scientifique

Publication trimestrielle

Source : MNHN, Paris

SOMMAIRE

TRAVAUX ORIGINAUX

Y. TIRILLY.– Variations sectorielles chez le *Phialophora cinerescens* 209

S. CARANTINO, J. POISSON, B. CAHAGNIER. – La microflore des graines de féverole : son évolution au cours d'essais de stockage en fonction des conditions hydriques réalisées. 223

J. FAYRET & A. PARGUEY-LEDUC. – Thermo-inhibition du développement du sporophyte au cours de la maturation des périthèces de *Gnomonia leptostyla* (Fr.) Ces. de Not. 245

J. C. DONADINI. – Le genre *Pulparia* Karsten en France. Espèces nouvelles ou critiques 255

I. VEGH & M. BOURGEOIS. – *Sphaceloma coryli* spec. nov. sur Noisetier (*Corylus avellana* L.) 273

J. M. YEN. – Les Urédinées de Côte d'Ivoire. II.. 283

D. DIROL. – Étude in vitro de la colonisation et de la dégradation du bois de Hêtre par *Coriolus versicolor* (L.) Quélet. 295

o
o o

Les Champignons, un univers parallèle, par G. Becker 317

o
o o

Analyses bibliographiques 321

Les manuscrits doivent être adressés à Madame M. F. ROQUEBERT, Laboratoire de Cryptogamie, 12 rue de Buffon, 75005 Paris.

Source : MNHN, Paris

Pr 1056

REVUE
DE
MYCOLOGIE

Directeur : Roger HEIM

TOME QUARANTE
1976

COMITÉ DE LECTURE

MM. BOIDIN J. (Lyon), CAILLEUX R. (Paris), GAMS W. (Baarn, Hollande), JOLY P. (Paris), MANGENOT F. (Nancy), MOUCHACCA J. (Paris), Mme NICOT J. (Paris), M. PEGLER D. N. (Kew, G. B.), Mme PERREAU J. (Paris), Mme ROQUEBERT M. F. (Paris), M. SUTTON B. C. (Kew, G. B.).

ADMINISTRATION : Mme LOCQUIN-LINARD M. et M. ZAMBETTAKIS Ch.

Copyright © 1976. *Revue de Mycologie*

Source : MNHN, Paris

VARIATION SECTORIELLE CHEZ LE PHIALOPHORA CINERESCENS

par Y. TIRILLY *

RÉSUMÉ. — Le *Phialophora cinerescens* présente un développement régulier et une croissance optimale à 11°C. Entre 16 et 28°C, des variations sectorielles apparaissent sous forme d'excroissances mycéliennes. Des variants ont été isolés à partir de ces secteurs. Ils sont stables et se différencient des isolats d'origine par : 1) une vitesse de croissance plus rapide, 2) des marges de thalles toujours régulières, 3) des exigences thermiques différentes, 4) un pouvoir pathogène légèrement atténué, 5) et tout particulièrement la perte apparente d'activité fongistatique. L'origine de cette variation sectorielle est discutée.

SUMMARY. — *Phialophora cinerescens* evenly develops and presents an optimal growth at 11°C but sectors arise on the growing margin as mycelium buds between 16 and 28°C. Variants were isolated from such sectors. They were stable and differentiated from original isolates by 1) a faster growth rate, 2) regular growing margins, 3) different thermic requirements, 4) a slightly decreased pathogenicity, 5) a remarkable apparent loss of fongistatic activity. Origin and succession of this events are discussed.

INTRODUCTION

Le thalle d'un champignon issu d'un semis ponctuel sur milieu nutritif gélosé présente généralement un développement uniforme ou zoné. Toutefois, chez diverses espèces, des secteurs apparaissent en cours de croissance. Ils diffèrent du reste du thalle par leur vitesse d'élongation hyphale, leur aspect mycélien ou leur capacité de multiplication.

De telles variations sectorielles s'observent dans des thalles de *Phialophora cinerescens*. Ces derniers montrent un contour festonné après 3 semaines de culture à 22°C sur milieu nutritif gélosé. Sur la marge se différencient des sec-

* Laboratoire de Biologie Végétale, Faculté des Sciences, Université de Bretagne occidentale, 29283 Brest Cedex.

Source : MNHN, Paris

teurs à croissance rapide et régulière (Pl. 1). Chacun d'eux possède une origine ponctuelle, le plus souvent intramatricielle. Le mycélium se développe rapidement à ce niveau, en forme de tête d'épingle, avant de venir s'étaler en quelques jours à la surface du milieu.

Par ailleurs, si nous réalisons des confrontations entre divers champignons et le *P. cinerescens*, la croissance de plusieurs d'entre eux, en particulier celle des parasites de l'oeillet (MOREAU, 1957), est stoppée à distance variable du front de culture du *Phialophora*. Par contre, on ne note aucune antibiose au niveau des secteurs qui diffèrent donc du reste du thalle à la fois par leur développement et par leur absence de pouvoir fongistatique.

A cause de ces particularités (vitesse de croissance accrue associée à la perte d'antibiose) il nous a paru intéressant d'aborder cet aspect de la morphogenèse du *Phialophora cinerescens*. Après avoir défini les conditions expérimentales d'apparition et d'isolement des secteurs, nous préciserons quelques-unes de leurs propriétés avant de confronter ces premières observations à différentes hypothèses concernant l'origine et la nature de ces variations sectorielles.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Le *Phialophora cinerescens* (Wr.) van Beyma est un champignon imparfait, parasite vasculaire de l'oeillet. Nous avons observé les caractéristiques culturales de douze isolats d'origine géographique différentes (région méditerranéenne, Bretagne, Allemagne). Ces isolats, obtenus entre 1952 et 1974 sont désignés comme suit : *P. c.* C 68 pour *Phialophora cinerescens* C. 1968. . .

Nous avons utilisé les milieux de Czapek-Dox (Cz) et à l'extrait de malt (maltea moser) gélosés à 2% (M2). Les mesures de croissance pondérales ont nécessité des cultures en milieux liquides (boîtes de Roux contenant 100 ml de solution nutritive). Le mycélium obtenu a été filtré, lavé et séché 24 heures à 105° C avant pesée.

Le pouvoir pathogène a été déterminé en fonction de la mortalité des plantules d'oeillets (variété Marie Chabaud) cultivées aseptiquement : les graines désinfectées ont été mises à germer dans des tubes contenant une solution nutritive gélosée (TIRILLY, 1975) puis incubées en chambre climatisées (12h/j, 100 lux, 18-25°C); 3 semaines après le semis, les plantules ont été infectées par dépôt de spores au collet.

RÉSULTATS

A. MISE EN ÉVIDENCE DU PHÉNOMENE DE SECTORISATION

Le *Phialophora cinerescens* se caractérise par un optimum de croissance linéaire à une température de 11°C (MOREAU & AUZOLLE, 1964). Entre

Source : MNHN, Paris

Planche 1. — Aspects culturaux du *Phialophora cinerescens* 30 jours après des ensemencements ponctuels sur M2 gélosé. A. à 11°C le contour du thalle est régulier. B. à 22°C le contour est irrégulier, 3 secteurs sont visibles (flèches).

Source : MNHN, Paris

5 et 16°C, le développement est circulaire et régulier, l'activité fongistatique est faible. Au-dessus de 16°C, le développement diminue progressivement et les marges de thalles sont irrégulières. Le phénomène de sectorisation s'exprime nettement sur des cultures réalisées entre 16 et 28°C, l'optimum se situant vers 20-22°C, et n'apparaît que rarement aux basses températures (Fig. 1).

Sur les 12 isolats testés, sept, généralement plus anciens, possèdent une aptitude à la sectorisation faible ou nulle. Ils ne présentent que peu ou pas d'activité fongistatique : leurs thalles, aux marges le plus souvent régulières, diffèrent du type sauvage obtenu récemment à partir d'oeillets atteints de verticilliose. Cependant, après passage sur hôtes, ces isolats conservent leurs aspects culturaux et leur pouvoir pathogène (MOREAU et al., 1971).

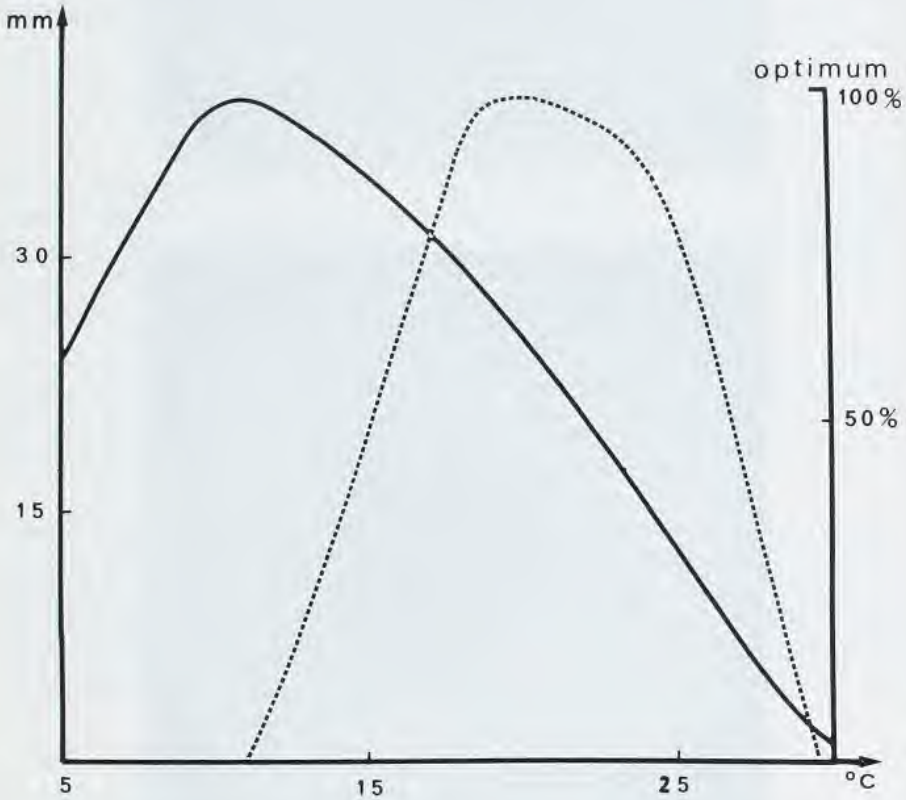


Fig. 1. – Influence de la température sur l'expression de la croissance linéaire (——) et de la sectorisation (------) du *Phialophora cinerescens* après 30 jours de culture sur M2. Au-dessus de 11°C, une croissance linéaire ralentie favorise l'apparition de secteurs (optimum 100%).

Source : MNHN, Paris

La sectorisation est, par contre, intense chez les cinq autres isolats : *P. c.* M 60, *P. c.* C 66, *P. c.* C 68, *P. c.* V 69, *P. c.* T 74 qui montrent une morphologie de type sauvage et une activité fongistatique élevée. Le *P. c.* C 66, de même origine que le *P. c.* C 68, et le *P. c.* T 74, d'obtention récente, n'ont pas été utilisés pour l'isolement des secteurs.

Que les semis soient monosporés, multisporés ou réalisés à partir de prélèvement de tailles diverses, effectués dans des mycéliums jeunes ou âgés, les thalles obtenus, morphologiquement identiques, ont montré une capacité de sectorisation égale.

De nombreux secteurs apparaissent sur M2 et Cz. Cependant, sur M2, ils sont d'aspects plus homogènes et leur disposition est différente, les secteurs s'étalant en une zone bien différenciée au-delà du front de croissance du thalle. Sur Cz, les contacts secteur-thalle maternel sont plus importants du fait de leur développement en «V» au sein de la culture. Nous nous trouvons cependant en présence du même phénomène; en effet, les thalles issus de secteurs prélevés sur M2 ou sur Cz présentent une croissance radiale régulière et plus rapide que celle de l'isolat d'origine. De plus, ils ont révélé des propriétés physiologiques en tous points identiques, lors des expériences ultérieures.

B. ISOLEMENT DES SECTEURS

Environ 600 ensemencements ont été effectués sur M2 et Cz. Nous avons sélectionné 375 secteurs présentant les développements les plus abondants et les plus réguliers.

Le prélèvement d'un fragment mycélien de 0,2 mm de côté a été opéré sur le front de croissance de ces secteurs afin d'éliminer au mieux les risques de contamination par le thalle sauvage.

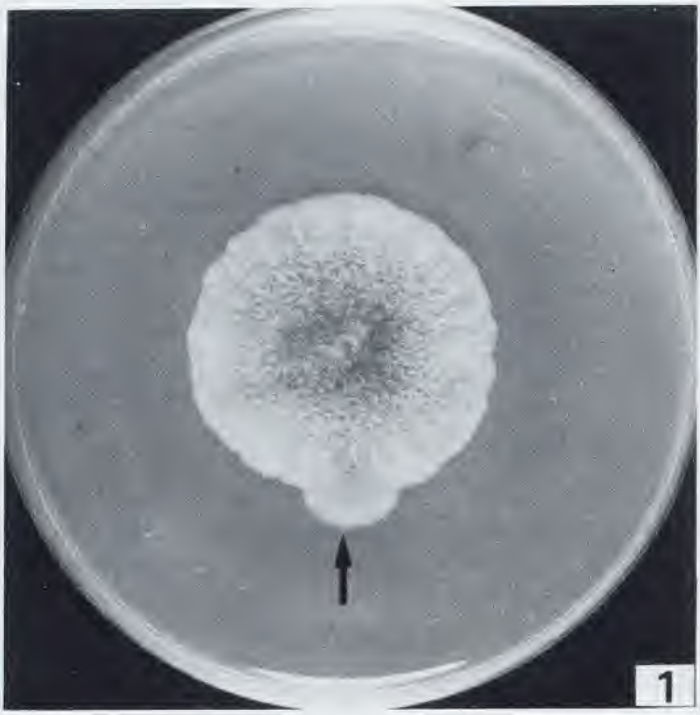
Un premier repiquage, en boîtes de Pétri incubées à 22°C, a permis de distinguer 3 types de thalles issus de secteurs (Pl. 2). L'activité fongistatique a été détectée par confrontation du *P. cinerescens* avec le *Pythium splendens*.

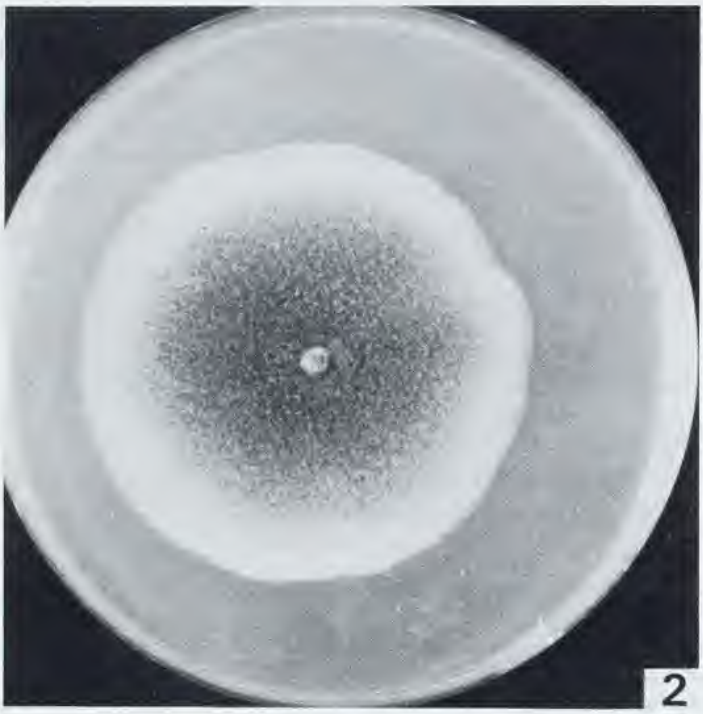
1) Retour au type sauvage (ou maternel)
   - croissance lente
   - marges cérébriformes
   - grande aptitude à la resectorisation
   - activité fongistatique normale

2) Type intermédiaire
   - croissance moyenne
   - marges plus ou moins régulières
   - resectorisation peu fréquente
   - faible activité fongistatique

3) Type «secteur»
   - croissance rapide

Source : MNHN, Paris





Source : MNHN, Paris

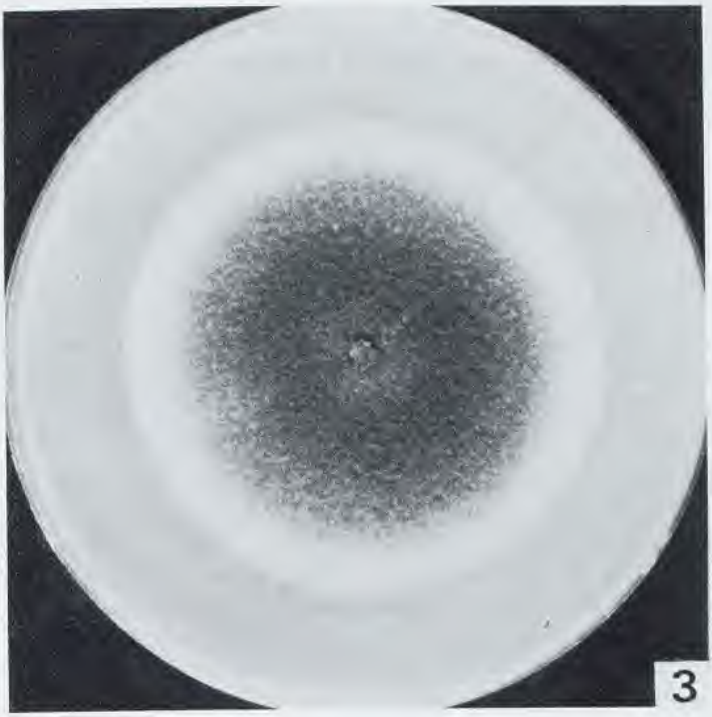


Planche 2. — Types de thalles issus de secteurs observés 30 jours après un premier repiquage sur M2 à 22°C. 1 : Retour au type sauvage : développement lent et irrégulier; sectorisation (flèche). 2 : Type intermédiaire : développement plus abondant; marge sinueuse. 3 : Type secteur : thalle circulaire; développement optimum.

- thalle régulièrement circulaire
- absence de sectorisation
- activité fongistatique nulle

Le caractère sauvage semble dominant car après 2 à 3 réensemencements, plusieurs thalles, issus de secteurs et classés dans le type 3 ont présenté un retour au type 2. Les autres, considérés comme «purs» ont été retenus pour les expériences ultérieures et codifiés. Nous les appellerons variants.

PSM n° d'ordre pour variant issu de *P. c.* M 60 (8)
PSC n° d'ordre pour variant issu de *P. c.* C 68 (43)
PSV n° d'ordre pour variant issu de *P. c.* V 69 (23)

La lettre S désigne le secteur dont le variant est issu.

Source : MNHN, Paris

Deux de ces 74 variants, PSC 431 et PSM 667, présentent en culture un mycélium blanc. Cependant, une exposition prolongée à la lumière aboutit à une coloration noire des spores.

Quelques caractéristiques ont été déterminées à partir de ces 74 variants et plus particulièrement, pour certaines expériences, à partir de PSC 354 et PSV 122.

C. CARACTÉRISTIQUES

– Stabilité

Après 10 repiquages successifs, tous les variants du type 3, considérés comme purifiés, conservent les mêmes caractéristiques culturales. Leur stabilité est donc grande. Les spores qui s'y différencient sont uninucléées et de taille sensiblement identique à celles appartenant aux isolats d'origine.

De nombreux isolements monosporés ont été effectués à partir d'un variant PSC 354 et du *P. c.* C 68 dont il est issu. Les 760 thalles monocaryotiques obtenus à partir du PSC 354 possèdent tous le type 3. Toutefois, quelques-uns présentent, sur M2, des zones dont la vitesse de croissance est temporairement accrue. Aucun retour aux types sauvage ou intermédiaire n'a été observé. Or, sur 250 isolements monosporés de l'isolat d'origine, un a donné un thalle du type 3 et 4 du second type dès la première culture. Les souches monocaryotiques sauvages sont donc moins stables que les variants.

La capacité de sectorisation du type 2 est faible. Certains thalles issus de leurs secteurs sont du type 3. Ce groupe intermédiaire est donc également instable.

– Croissance linéaire et pondérale

Le développement des variants est meilleur sur Cz que sur M2. Cette particularité de la croissance linéaire avait déjà été signalée chez divers isolats (MOREAU & AUZOLLE, 1964).

La comparaison des courbes de croissance de différents variants et des isolats d'origine, en fonction du milieu, de la température et du temps, nous conduit à trois observations :

- les courbes de croissance de tous les variants obtenus à partir d'un même isolat sont semblables;
- elles mettent en évidence un développement des variants plus rapide que celui des isolats au-dessus de 11°C, quel que soit le milieu (Fig. 2);
- l'allure générale des courbes de croissance des variants, en fonction de la température, est comparable à celles présentées par la majorité des champignons dont l'optimum de croissance se situe vers 22-25°C. Le caractère apparemment original du type sauvage est perdu par les variants.

Source : MNHN, Paris

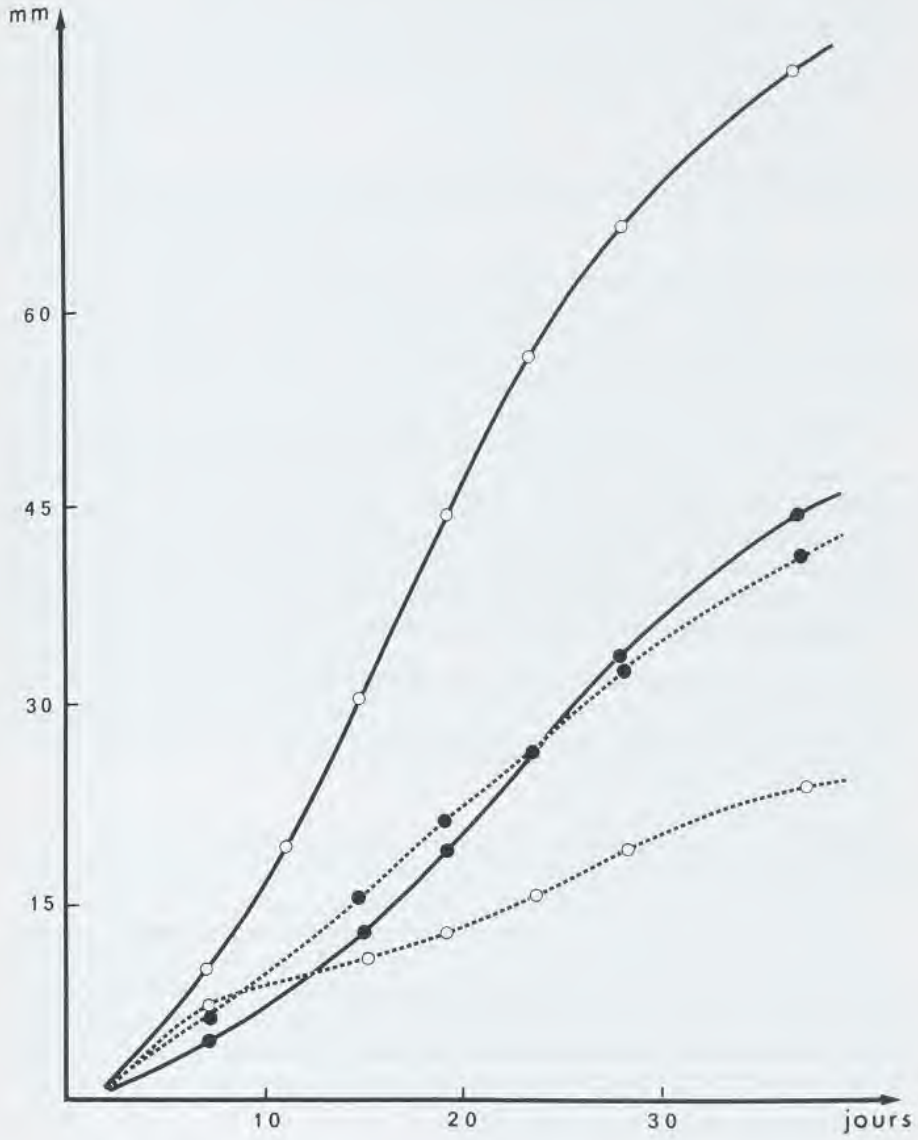


Fig. 2. — Croissance linéaire exprimée en mm, en fonction de la durée d'incubation sur Cz, à 11°C (●) et 22°C (○), du *Phialophora cinerescens*, *P. c.* C 68 (———) et d'un de ses variants, PSC 354 (- - - - -).

Nous avons comparé, dans le tableau 1, les vitesses de croissance relative, sur Cz, entre deux isolats, l'un ancien (*P. c.* A 57) et l'autre plus récent (*P. c.* C 68) et un variant (PSC 354) en fonction de deux températures (11°C et 22°C).

Source : MNHN, Paris

Tableau 1. – Accroissement journalier moyen des diamètres de thalles (en mm) de deux isolats et d'un variant de *P. cinerescens* sur Cz gélosé, à 11°C et 22°C.

âge des thalles (en jours)	P. c. C 68		*P. c.* A 57		PSC 354	
	11°	22°	11°	22°	11°	22°
5-10	1,5	0,7	1,4	2	1,4	2,1
10-15	1,3	0,8	1,5	2,1	1,3	2,7
15-20	1,3	0,7	1,3	1,9	1,3	2,8
20-25	1,2	0,6	1,2	1,9	1,4	2,4
25-30	1,2	0,6	1,3	1,8	1,2	2,2

Si, dans les 3 cas, les vitesses d'élongation journalière sont régulières et semblables à 11°C, par contre, à 22°C, la croissance du variant est trois fois plus rapide que celle de son isolat d'origine alors qu'elle n'est que légèrement supérieure à celle de l'isolat *P. c.* A 57 maintenu en culture «in vitro» depuis près de 20 ans. Il est compréhensible que la sectorisation ne puisse s'exprimer à 11°C et qu'elle soit particulièrement favorisée dans les isolats récents dont la croissance est faible aux températures plus élevées (Pl. 1).

Des mesures de croissance pondérale effectuées à partir de cultures du PSV 122 et du PSC 354, d'une part, du *P. c.* C 68, d'autre part, il ressort que le maximum de croissance pondérale est associé dans tous les cas à un milieu M2 et une incubation de 7 semaines à 22°C.

P. c. C 68 : 6,8 ± 0,3 g/l
PSC 354 : 6,5 ± 0,3 g/l
PSV 122 : 6,4 ± 0,3 g/l

Ainsi, les optimums de croissance linéaire et pondérale correspondent à deux températures différentes d'incubation (11° et 22°C) pour les isolats (MOREAU & CHOLLET, 1963) mais à une seule température (22°C) pour les variants. Toutefois, par comparaison avec le développement des isolats, à une meilleure croissance linéaire ne correspond pas une croissance pondérale accrue.

– Pouvoirs fongistatique et pathogène

Nous avons déjà signalé l'absence apparente d'activité fongistatique au niveau des secteurs. Cette caractéristique a constitué l'un des critères de sélection des variants et est vérifiée à toutes les températures : ainsi, à 11°C variants et isolats possèdent une vitesse de croissance sensiblement égale mais seuls les isolats montrent une zone d'antibiose.

A la différence des cultures en milieu liquide du *Phialophora asteris* f. sp. *helianthi*, espèce voisine qui produit la cryptosporiosine (TIRILLY & MOREAU, 1975; LOUSBERG et al., 1976), celles du *P. cinerescens* n'ont pas révélé, dans

Source : MNHN, Paris

nos tests, une activité fongistatique, quelles que soient les conditions thermiques.

Afin de pouvoir apprécier la variation de leur pouvoir pathogène, 74 variants ont été testés chacun sur un minimum de 20 plantules d'oeillets «Marie Chabaud». Des plantules identiques, infectées avec des isolats d'origine ont constitué les témoins.

Les variants montrent une légère atténuation du pouvoir pathogène; mortalité des plantules 30 jours après l'infection : 55 à 75% pour les variants, 80 à 95% pour les isolats d'origine.

Bien qu'atténuant l'expression des variations du pouvoir pathogène, les essais effectués en serre, sur oeillets «Scania», corroborent ces résultats.

Un seul variant, le PSV 122, s'est révélé peu pathogène; il ne provoque qu'une mortalité de 15% en 30 jours. L'origine du PSV 122 peut être considérée comme une sélection nucléaire. Ce variant est actuellement utilisé pour des études physiologiques de la verticilliose.

Les pouvoirs antibiotique et pathogène sont donc indépendants. Apparemment, seul le type sauvage est isolé in vivo. La pression de sélection a pu jouer en faveur des formes sauvages; les variants, malgré leur vitesse de croissance égale en hiver ou supérieure en été et leur pouvoir pathogène peu différent, ne présentant pas d'antibiose, apparaissent moins bien adaptés aux compétitions avec des espèces plus envahissantes.

DISCUSSION

Les études génétiques des phénomènes de sectorisation ont permis de distinguer plusieurs origines, en l'absence de reproduction sexuée : origine nucléaire (mutation, hétérocaryose, parasexualité, polyploïdie) ou extra nucléaire (ADN cytoplasmique ou virus notamment).

La caractérisation du phénomène de sectorisation du *Phialophora cinerescens* est encore trop incomplète pour qu'une explication puisse être avancée. Cependant, une confrontation de nos premiers résultats aux diverses hypothèses sur l'origine de la sectorisation peut orienter une approche ultérieure de ce problème.

– Mutation - hétérocaryose

Dans une souche de *P. cinerescens*, une hétérocaryose préexistante pourrait disparaître dans certaines hyphes et permettre la sectorisation. Cette hétérocaryose est favorisée par un état plurinucléé, or à l'exclusion des apex en croissance active, les articles mycéliens et les spores sont essentiellement uninucléés (TIRILLY & LE PICARD, 1973).

Des cultures monocaryotiques issues de spores formées sur le type intermédiaire conduisent dans leur totalité à des thalles de ce type, contrairement

Source : MNHN, Paris

aux résultats supputés en cas d'état hétérocaryotique. D'autre part, les isolements monospores d'un isolat ont abouti à des souches monocaryotiques qui resectorisaient aussi fréquemment que leur isolat d'origine. Dans l'hypothèse de mutations, le taux impliqué serait anormalement élevé. De plus, dans une première étude, sur 760 lignées homocaryotiques de PSC 354, aucune n'a présenté de mutant réverse.

JINKS (1959) estime que lorsque des souches homocaryotiques se révèlent instables et sectorisent, il faut rechercher ailleurs que dans l'hétérocaryose l'origine de la sectorisation. Par contre, BOUVIER observe l'apparition de plusieurs secteurs d'origine mutationnelle dans un même thalle monocaryotique d'une souche Met de *Penicillium baarnense* (communication personnelle). En l'absence de l'emploi de mutants induits et de l'étude de la ségrégation chez le *P. cinerescens*, on ne peut valablement se prononcer sur l'origine mutationnelle des variations sectorielles, bien que toutefois les premières observations confirment cette hypothèse.

– Parasexualité - diploïdie

La responsabilité du cycle parasexuel dans l'apparition fréquente de secteurs chez les souches homocaryotiques du *P. cinerescens* supposerait l'association de mutations (probabilité = 10^{-3}), diploïdisation (10^{-5} à 10^{-6}) (TIRILLY & LE PICARD, 1973) et recombinaison mitotique (10^{-3}). La probabilité résultant de ces différents évènements est un solide argument «a contrario».

TOLMSOFF (1972) explique certaines variations du *Verticillium dalhiae* par une diploïdisation plus fréquente dans les microsclérotes suivie d'un réarrangement du génôme et d'une haploïdisation. Si nous pouvons supposer, chez le *Phialophora*, la présence de diploïdes, l'absence de microsclérotes ou de structures voisines rend difficile la transposition de ce mécanisme génétique qui, de plus, est réversible; ce qui n'a pas été observé dans le cas présent.

– Origine extra-nucléaire

Un contrôle de nature cytoplasmique a été établi pour de nombreuses variations morphologiques et biochimiques. Si la nature et la localisation exactes des déterminants cytoplasmiques sont parfois difficiles à préciser, l'implication des acides nucléiques, d'organites cytoplasmiques ou de virus a été clairement démontrée dans plusieurs cas.

Les champignons virosés présentent, le plus souvent, un groupe de caractères que nous avons confrontés à ceux observés chez les isolats de *P. cinerescens* qui sectorisent.

- Les cultures de mycélium infectées ont fréquemment une croissance ralentie et non uniforme (SPIRE, 1971). Un développement viral accru peut provoquer la formation de secteurs (ex. *Alternaria tenuissima, Aspergillus glaucus*); par contre, une diminution progressive de particules virales a été notée chez l'*Ustilago maydis* (DAY & ANAGNOSTAKIS, 1973) où les virus induisent

Source : MNHN, Paris

une toxine létale. Cette hypothèse d'isolats infectés pourrait expliquer le développement lent et l'aspect normalement festonné des thalles du *P. cinerescens* à 22°C, une guérison progressive de certains apex aboutissant aux secteurs de type 2 et 3.

- Une influence des virus sur la production de métabolites toxiques est couramment observée. Ainsi, plusieurs *Penicillium* cultivés pour leur forte activité antibiotique, sont maintenant connus pour leur caractère virosé. Or l'activité fongistatique n'est pas décelable dans les variants qui, toujours dans l'hypothèse virale, seraient « guéris ».

- Il est possible d'éliminer des virus de certaines souches de champignons par thermothérapie. L'application de cette méthode au *P. cinerescens* est rendue difficile par la faible résistance thermique des spores (45 à 50°C). Nos premiers essais ont été négatifs.

Les indices permettant d'accréditer l'hypothèse virale sont, pour l'instant, minces. Des études sérologiques et des essais d'extraction de virus s'avèrent être indispensables.

L'hypothèse de mutants mitochondriaux est difficile à justifier du fait qu'une seule spore, sur les 250 ensemencées de l'isolat *P. c.* C 68 ait donné un thalle du type 3.

Une argumentation plus complexe, concernant l'influence de l'induction cytoplasmique sur la sectorisation du *Penicillium baarnense* et la variation annulaire de l'*Hypomyces haematoccus*, est proposée par BOUVIER & LAVAL (1970) : chez ces deux champignons, les états différenciés sont conditionnés par l'expression de gènes dont l'activation est dépendante d'un inducteur cytoplasmique (ARN, probablement). L'intervention d'un inducteur cytoplasmique, autre que mitochondrial, permettrait d'expliquer, de même que l'hypothèse virale, la fréquence de la sectorisation et de la stabilité des variants du *P. cinerescens*.

CONCLUSION

La sectorisation influe donc sur le développement du thalle et sur l'activité fongistatique. La corrélation qui a pu être établie entre le phénomène de variation sectorielle et la perte du pouvoir antibiotique est nouvelle à notre connaissance.

Les éléments de caractérisation dont nous disposons ne permettent pas d'établir la nature du contrôle, soit génétique, soit cytoplasmique, exercé sur la différenciation végétative. L'absence de reproduction sexuée est un handicap certain pour une expérimentation ultérieure. Cependant, l'étude de la ségrégation de mutants induits et des essais de détection directe ou indirecte de virus ou d'un éventuel déterminant cytoplasmique devraient mieux nous renseigner sur la nature de l'inducteur de l'état différencié observé chez le *P. cinerescens*.

Source : MNHN, Paris

BIBLIOGRAPHIE

BOUVIER J. & LAVILLE E., 1970 – Origine et fonction des inducteurs d'états différenciés chez deux Ascomycètes. *Physiol. Vég.* 8 : 361-374.

DAY P. R. & ANAGNOSTAKIS S. L., 1973 – The killer system in *Ustilago maydis* : heterocaryon transfer of determinants. *Phytopathology* 63 : 1017-1018.

JINKS J. L., 1959 – Lethal suppressive cytoplasms in aged clones of *Aspergillus glaucus*. *J. Gen. Microbiol.* 21 : 397-409.

LOUSBERG R. J. J. Ch., TIRILLY Y., SALEMINK C. A. & MOREAU M., 1976 – Isolation of (-) cryptosporiopsin, a chlorinated cyclopentanone fungitoxic metabolite from *Phialophora asteris* f. sp. *helianthi*. *Experiantia* (sous presse).

MOREAU M., 1957 – Recherches sur les maladies de dépérissement causées par les champignons. Étude particulière du dépérissement des oeillets. 309 p. Lechevalier, Paris.

MOREAU M. & CHOLLET M., 1963 – Quelques facteurs modifiant la croissance pondérale et la sporulation du *Phialophora cinerescens* (Wr.) van Beyma. *Bull. Soc. Myc. Fr.* 79 : 382-391.

MOREAU M. & AUZOLLE F., 1964 – Conditions thermiques favorables à la croissance linéaire et à la germination du *Phialophora cinerescens* (Wr.) van Beyma. *Ann. Sci. Nat. Bot.* 5 : 773-782.

MOREAU M., PERESSE M. & EL MAHJOUB M., 1971 – Pouvoir pathogène de différents isolats de *Phialophora cinerescens* (Wr.) van Beyma vis-à-vis de l'oeillet. *C. R. Soc. Biol.* 165 : 1415-1418.

SPIRE D., 1971 – Virus des champignons. *Physiol. Vég.* 9 : 555-567.

TIRILLY Y., 1975 – Comparaison entre le *Phialophora cinerescens*, parasite de l'oeillet et le *Phialophora asteris* f. sp. *helianthi*, parasite du tournesol : biologie, morphologie, étude de métabolites toxiques. Thèse de 3e cycle, Univ. Rennes (Brest) : 96 p.

TIRILLY Y. & LE PICARD D., 1973 – Variations du contenu nucléaire dans le mycélium et les spores du *Phialophora cinerescens* (Wr.) van Beyma. *Rev. Mycol.* 38 : 45-50.

TIRILLY Y. & MOREAU C., 1975 – Étude comparative de quelques *Phialophora* parasites vasculaires de plantes. *Bull. Soc. Myc. Fr.* (sous presse).

TOLMSOFF W. J., 1972 – Diploidization and heritable gene repression-derepression as major sources for variability in morphology, metabolism and pathogenicity of *Verticillium* sp. *Phytopathology* 62 : 406-413.

Il nous est agréable de remercier ici Monsieur le Professeur CHEVAUGEON, d'Orsay, pour les conseils et critiques qu'il a bien voulu nous dispenser au cours de la réalisation de ce travail.

Source : MNHN, Paris

LA MICROFLORE DES GRAINES DE FÉVEROLE :

Son évolution au cours d'essais de stockage en fonction des conditions hydriques réalisées

par S. CARANTINO, J. POISSON, B. CAHAGNIER *

SOMMAIRE. — La présente étude est relative à l'évolution de la microflore de graines de féverole (*Vicia faba minor*) au cours de stockages effectués à 20-22 °C en atmosphère non ventilée, sous différentes conditions hydriques. Les humidités relatives de l'atmosphère de stockage étant de 65, 75, 79, 85, 93 et 97%. Les résultats obtenus ont permis d'établir les courbes d'évolution des microorganismes dans les conditions réalisées et d'obtenir des indications sur la durée de conservation des graines en fonction de leur teneur en eau.

INTRODUCTION

La féverole, *Vicia faba minor*, est une Légumineuse connue depuis des temps très reculés en Europe septentrionale, sur toute l'aire méditerranéenne, en Asie et au Mexique (LAWES, 1974). Des variétés d'hiver et de printemps sont cultivées en France. Les graines de féverole ont une teneur en protéines élevée, qui varie de 20 à 35% de la substance sèche (BOND, 1969). A ce titre elles pourraient constituer une source protéique d'avenir et être incorporées dans les régimes alimentaires des bovins, des porcins et des volailles; en remplaçant ainsi une partie des matières premières importées, le soja par exemple, elles seraient susceptibles de jouer un rôle important dans l'auto-approvisionnement de notre pays en protéines destinées à l'alimentation animale (HELLE, 1963).

Dans un tel contexte, il est intéressant, non seulement de produire des quantités accrues de graines, mais aussi de savoir dans quelles conditions les récolter et les stocker pour les maintenir en bon état jusqu'à leur utilisation. Or il a été

* I.N.R.A. Laboratoire de Biophysique des Aliments, Unité de Microbiologie, 16, rue Nicolas Fortin, 75013 Paris.

Source : MNHN, Paris

établi (MULTON et al., 1969) que les nombreuses causes d'altération des graines peuvent être physiques, chimiques, enzymatiques et biologiques. Parmi ces dernières la microflore des graines constitue une menace pour la qualité des stocks si elle vient à se développer; en effet son métabolisme entraîne la dégradation de certains constituants du milieu, la formation de substances nouvelles (certaines pouvant être toxiques) et la libération de vapeur d'eau et de chaleur dont l'accumulation accélère les processus d'altération.

Au cours du stockage, de nombreux facteurs conditionnent le développement des microorganismes : les facteurs écologiques (humidité, température, composition de l'atmosphère, nature physicochimique du substrat) et les facteurs biotiques (nature des microorganismes, interaction des microorganismes, . .).

Parmi les paramètres de l'environnement, la teneur en eau des graines, liée à l'humidité relative de l'atmosphère de stockage, est un facteur décisif de l'envahissement du milieu par les moisissures. Pour une température donnée, à chaque teneur en eau de la graine correspond une concentration bien déterminée des molécules d'eau dans l'atmosphère (exprimée en humidité relative (HR) à la même température ou en pression partielle relative à la pression de vapeur saturante). Cet équilibre se traduit par une courbe isotherme d'allure sigmoïde (MULTON et al., 1973).

Pour la graine de féverole (variété Maxime) l'isotherme 24°C de sorption de vapeur d'eau est illustrée par la Fig. 1 (MULTON & GADET, 1975). La fraction d'eau, située au-dessous de la tangente au point d'inflexion, très fortement liée, ne serait pas disponible pour assurer la diffusion des réactants biochimiques. La fraction d'eau, située au-dessus de la tangente, est de l'eau « libre » ou eau solvante disponible (GUILBOT & LINDENBERG, 1960). Une espèce microbienne donnée est capable de croître et de se multiplier au-dessus d'un seuil d'humidité relative bien défini.

Sur des graines stockées en atmosphère ventilée ou non, se trouvant en équilibre hydrique avec des humidités relatives élevées, supérieures à 90% (les teneurs en eau correspondantes des graines de féverole sont supérieures à 21% de la substance humide *) toutes les moisissures prolifèrent, aussi bien les moisissures champêtres phytopathogènes que les moisissures de stockage (CHRISTENSEN & KAUFMANN, 1969), ainsi que des bactéries et des levures.

Aux humidités relatives de 85 à 90% (teneur en eau des graines de féverole : 18,5 à 21%) beaucoup de *Penicillium*, d'*Aspergillus*, de *Mucor* et de *Cladosporium* se développent, et très lentement quelques bactéries et levures osmophiles.

Entre 70 et 80% d'humidité relative (teneur en eau des graines de féverole : 14 à 16,8%) les *Aspergillus* prédominent.

Aux humidités relatives inférieures à 62,5%, il y a blocage de toute activité microbienne (teneur en eau correspondante des graines de féverole : 12,4%).

* Dans la suite du texte, toutes les teneurs en eau sont également exprimées en pourcentage de la substance humide (p. 100 sur les courbes).

Source : MNHN, Paris

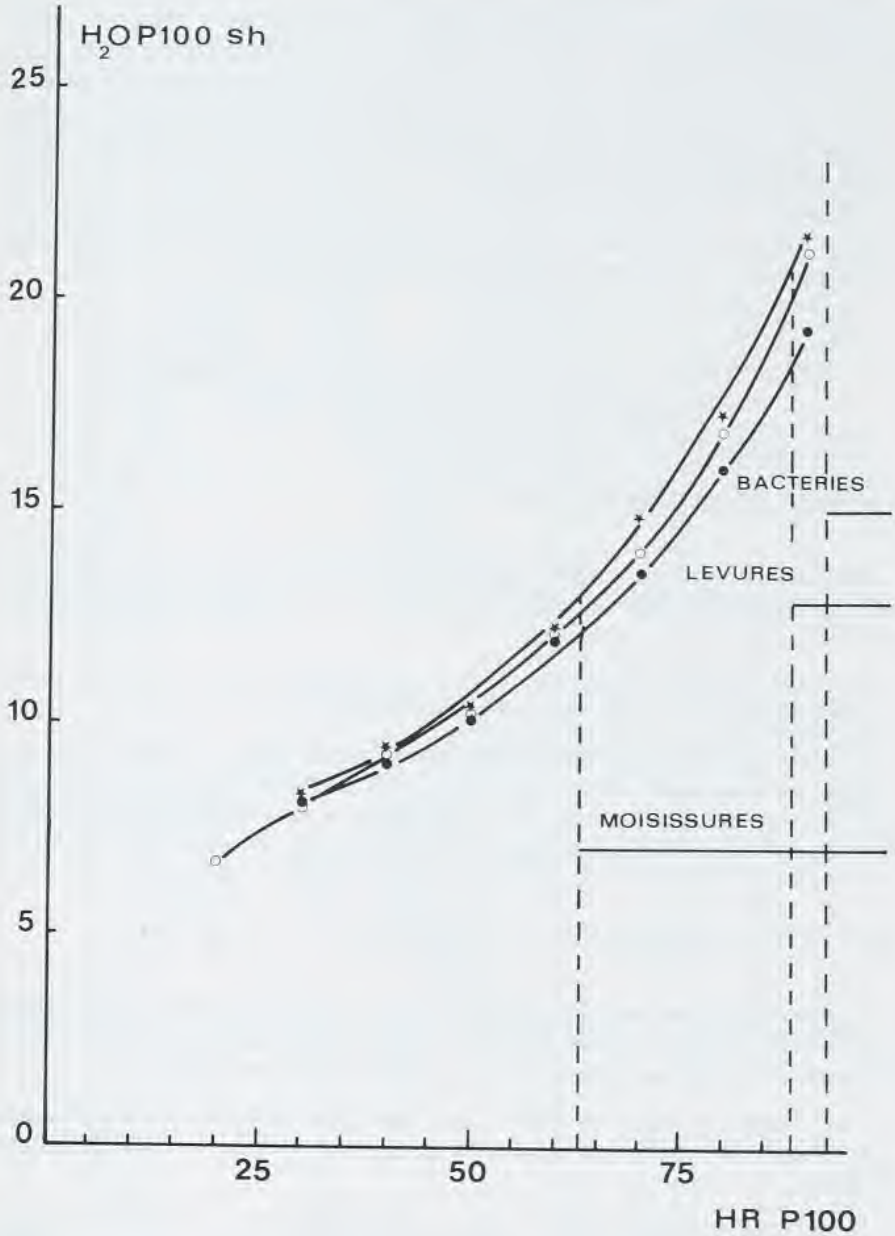


Figure 1. — Isothermes de sorption de vapeur d'eau de graines de féverole (variété Maxime) à 24°C montrant les zones de développement des microorganismes.

☆——☆ graines décortiquées; ●——● téguments; ○——○ graines entières; abscisse : humidités relatives %; ordonnée : teneurs en eau correspondantes de la graine en % de la substance humide (s. h.).

Source : MNHN, Paris

L'isotherme de sorption de vapeur d'eau (ici 24°C) permet de délimiter la zone hydrique de développement des microorganismes, mais ne fournit pas d'indications précises sur la vitesse de leur multiplication, vitesse dont dépend la durée de bonne conservation des graines dans cette zone. C'est pourquoi dans le cadre d'une étude entreprise pour définir les conditions de stockage susceptibles de mettre les graines de féverole à l'abri des dégradations d'origine microbienne, nous avons tout d'abord cherché à préciser les indications données par l'isotherme de sorption de vapeur d'eau en étudiant l'évolution de la microflore de graines de féverole (entières et brisées) pendant des stockages réalisés en atmosphère non ventilée à différentes humidités relatives.

MATÉRIEL UTILISÉ, PROTOCOLE EXPÉRIMENTAL ET MÉTHODES D'ANALYSE

MATÉRIEL BIOLOGIQUE UTILISÉ

Les lots de féverole utilisés pour les essais de stockage (variété Ascott en 1974 et variété Maxime en 1975) proviennent de la ferme expérimentale de l'I.N.R.A. à la Minière (Versailles).

En 1974, les graines sont récoltées à la moissonneuse-batteuse, leur teneur en eau étant alors de 13,3% (de la substance humide).

En 1975, la récolte est effectuée à la main. Les graines proviennent de gousses cueillies sur la plante à 30 cm du sol, ceci afin d'avoir un lot le plus homogène possible : graines sensiblement de même taille et se trouvant au même stade de maturité. Le lot de graines ainsi récoltées a une teneur en eau de 15,1%.

PROTOCOLE EXPÉRIMENTAL (organigramme)

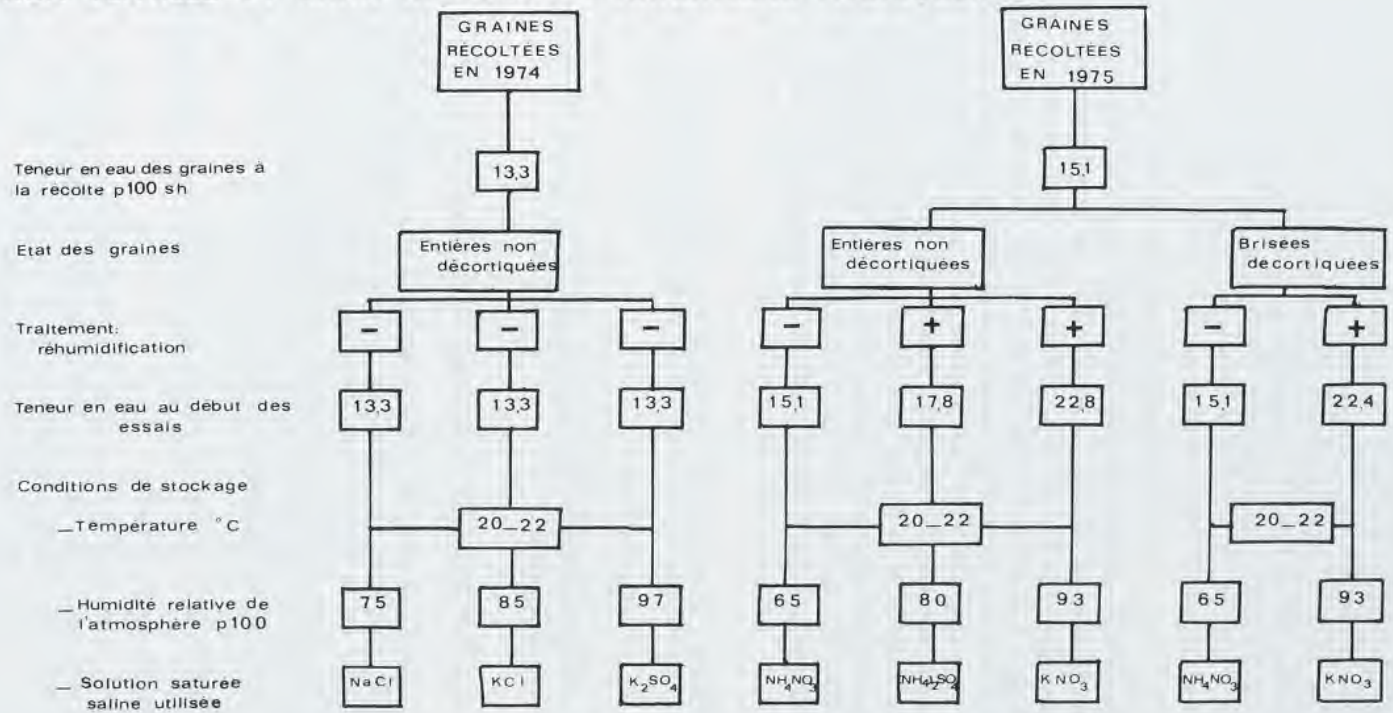
Chaque lot de graines est homogénéisé pendant 30 minutes dans un mélangeur cubique autour d'un de ses axes à raison de 64 tours par minute, toutes précautions étant prises pour éviter une contamination secondaire.

Pour l'essai entrepris en 1974, les graines entières après homogénéisation, sont mises telles quelles en expérimentation, sans séchage ni réhumidification préalable.

Pour l'essai entrepris en 1975, après homogénéisation, la récolte est partagée en deux lots : les graines du premier lot sont conservées entières, celles du second lot sont brisées et décortiquées au mixer Waring-Blendor, pendant 7 secondes à 12.500 tours/minute. Les graines entières et les «amandes» brisées sont mises en expérimentation,, soit telles quelles (teneur en eau voisine de 15,1%) soit après réhumidification (par addition d'eau stérile à 4°C) jusqu'à des teneurs en eau voisines de 18 et 22-23%. Ces valeurs de teneurs en eau

Source : MNHN, Paris

ORGANIGRAMME DE L'ESSAI DE STOCKAGE EN ATMOSPHERE NON VENTILEE ET SOUS DIFFERENTES CONDITIONS HYDRIQUES



Source : MNHN, Paris

auxquelles les graines doivent se trouver pour être mises en expérimentation après réhumidification ont été approximativement déterminées d'après l'isotherme de sorption de vapeur d'eau à 24°C de graines de féverole de la variété Maxime (Fig. 1); ainsi les graines sont d'emblée en équilibre hydrique avec des humidités relatives de l'air favorables à la multiplication des microorganismes. Dans la pratique, ces conditions peuvent se produire lorsque les graines sont encore humides au moment du stockage ou après une condensation de vapeur d'eau consécutive à une baisse brutale de la température.

Pour tous les essais, les graines entières et les brisures sont réparties dans des sachets en mailles de polyamide qui sont suspendus dans des enceintes d'une capacité de 10 litres, fermées de façon non étanche. Les enceintes sont thermorégulées à 20-22°C. En 1974 les humidités relatives y sont maintenues constantes et voisines de 75%, 85% et 97% à l'aide de solutions saturées de NaCl, de KCl et de K_2SO_4 respectivement; en 1975, les humidités relatives de l'air sont maintenues à 65%, 79% et 93% par mise en équilibre hydrique avec des solutions saturées de NH_4NO_3, de $(NH_4)_2SO_4$ et de KNO_3 (ROCKLAND, 1960; WINSTON & BATES, 1960). Les conditions hydriques ainsi réalisées, mettent pratiquement les graines à l'abri d'un développement microbien (HR de 65%) ou sont, au contraire, d'autant plus favorables à la multiplication des microorganismes que les humidités relatives sont plus élevées.

MÉTHODES D'ANALYSE UTILISÉES ET MISES AU POINT

1. Dosage de l'eau

Ce dosage s'effectue par un séchage de 32 heures à l'étuve à 130°C, de 10 grammes de graines.

2. Dénombrement des microorganismes des graines

Le dénombrement des microorganismes des graines a été effectué par la méthode classique des dilutions décimales et ensemencements sur milieux de culture en boîtes de Pétri, le mode de préparation de la suspension-mère ayant été adapté au cas particulier des graines de féverole par analogie avec celui du maïs et des graines de soja (POISSON & CAHAGNIER, 1972; CARANTINO, 1972; CARANTINO et al., 1976).

a) Méthode mise au point pour la préparation de la suspension-mère

Description de la méthode :

100 g de graines environ sont prélevés, pesés exactement à 0,1 g près, et versés aseptiquement dans un bol de mixer «Waring-Blendor» en acier inoxydable d'un litre contenant 400 cm^3 de diluant stérile (NaCl : 9 g, bactopeptone Difco : 1 g, tween 80 : 0,033 g, eau distillée sur verre q. s. p. 1 3000 cm^3, pH 7). Après 20 minutes de prétrempage pour revivifier les microorganismes et ramollir

Source : MNHN, Paris

les graines, ces dernières sont broyées dans le diluant pendant une minute et demie à la vitesse de 26 000 tours par minute. A partir de la suspension-mère ainsi obtenue on effectue une série de dilutions décimales, en prenant soin toutefois, pour la première dilution, de prélever 20 cm^3 dans le bol mixer 30 secondes après la fin du broyage, de les ajouter à 180 cm^3 de diluant stérile et d'homogénéiser pendant 5 minutes sur un agitateur secoueur (Prolabo) à raison de 150 secousses par minute.

Justification du mode de préparation de la suspension-mère :

– Choix du mode de mise en suspension des microorganismes dans le diluant.

La mise en suspension des microorganismes des graines dans le diluant est le plus souvent réalisée soit par un broyage des graines dans le diluant, soit par une agitation des graines entières dans le diluant, soit par une agitation dans le diluant de graines préalablement broyées à sec; ce dernier procédé a été rejeté car le broyage à sec, en une seule fois, d'une quantité suffisante de graines, s'accompagne d'une importante élévation de température. Seuls les deux autres procédés ont été comparés; pour cela, à partir d'un même lot de graines homogénéisées, deux séries de suspension-mère ont été effectuées : soit en agitant des graines entières dans du diluant (100 grammes dans 400 cm^3 de diluant sont mis en suspension sur un agitateur Prolabo à raison de 150 secousses par minute) soit en broyant directement 100 grammes de graines

Tableau I. – Nombre de microorganismes libérés dans le diluant en fonction du mode de préparation de la suspension-mère.

	Millions de Microorganismes par gramme			
	Bactéries		Moisissures	
Modes de préparation de la suspension-mère	Broyage	Agitation	Broyage	Agitation
Séries d'analyses	55,35	6,07	1,46	0,14
	19,05	3,61	0,81	0,20
	41,70	6,06	1,06	0,14
	15,90	3,10	0,69	0,11
	11,40	3,54	1,51	0,12
	25,80	4,84	0,90	0,18
	25,65	7,96	0,51	0,22
	45,15	5,62	1,08	0,18
	14,10	1,30	1,36	0,15
	61,80	8,68	1,83	0,12
	51,15	1,98	1,05	0,38
	64,20	11,00		
Moyennes	35,93	5,31	1,11	0,17

Source : MNHN, Paris

dans 400 cm^3 de diluant. Les résultats des deux séries d'analyses sont consignés dans le Tableau 1. Un rapide examen préliminaire des valeurs obtenues fait apparaître pour les bactéries, comme pour les moisissures, que dans le cas où les suspensions-mères sont préparées par broyage des graines dans le diluant, les quantités de germes recensés sont les plus élevées. Afin de déterminer si les différences observées entre les séries sont significatives, les résultats ont été soumis à un test de statistique non paramétrique (test U - MANN et WHITNEY) puisqu'il n'est pas possible d'établir avec une certitude suffisante la loi suivie par la répartition des résultats à l'intérieur d'une même série. Pour les bactéries ($Z \cong 4{,}16$) comme pour les moisissures ($Z \cong 3{,}97$), la différence entre les deux modes de préparation est significative à plus de 1 pour 1000.

– Détermination de la masse de la prise d'essai.

Pour pallier l'hétérogénéité de la répartition des microorganismes sur les graines, l'analyse doit être effectuée sur la plus grande quantité possible de graines. Compte tenu des caractéristiques du matériel du laboraroire et du gonflement des graines broyées dans le diluant, la masse de la prise d'essai ne peut être que de 100 g au maximum, au-delà il devient très difficile de prélever de la suspension à la pipette.

– Détermination de la durée de prétrempage.

En général, pour les grains et les graines, la durée de prétrempage est de 20-25 minutes. Nous avons vérifié que dans le cas des graines de féverole des durées supérieures ne permettent pas de recenser un plus grand nombre de germes microbiens, ainsi des séries de 6 analyses ont été effectuées après 20 minutes, 30 minutes, 45 minutes et 60 minutes de prétrempage, les moyennes des résultats obtenus pour les moisissures par exemple, sont très proches les unes des autres (2 570, 2 550, 2 500 et 2 400 germes par gramme respectivement). Soumis au test U, les résultats apparaissent comme n'étant pas significativement différents au seuil de 5%.

b) Milieux de culture utilisés pour révéler au mieux les populations microbiennes des graines de féverole

Ces milieux de culture sont les suivants :

– «Gélose-numération» pour le dénombrement des bactéries mésophiles aérobies et aérobies-anaérobies facultatives totales, auquel on ajoute un antifongique - l'actidione - pour éviter la prolifération des levures dont les colonies se confondent souvent avec celles des bactéries.

– Un milieu gélosé renfermant 2% d'extrait de malt constitue le milieu de base pour le dénombrement des moisissures et des levures. De plus, un milieu renfermant 5% d'extrait de malt et 5% de chlorure de sodium (MOREAU, 1975) réalise une pression osmotique élevée analogue à celle des milieux peu hydratés comme les graines, et permet ainsi de mettre en évidence certains groupes de moisissures osmophiles et osmotolérantes dont les *Aspergillus glaucus*, et d'éliminer les *Mucor* qui gênent le développement des autres groupes. L'incorporation d'antibiotiques à ces milieux (Oxytétracycline), est indispensable

Source : MNHN, Paris

pour inhiber la multiplication des bactéries qui entraverait le développement des moisissures. Après la période d'incubation prescrite (72 h ± 3 h à 30° C ± 1 pour les bactéries, 5 et 7 jours à 24° C ± 1 pour les moisissures), on procède au dénombrement et à la caractérisation des colonies s'il y a lieu.

c) Expression des résultats

Les résultats sont donnés en nombre de colonies microbiennes développées sur milieu de culture à partir d'un gramme de graine de féverole analysé. Pour nous conformer aux usages admis, nous désignerons ce nombre de colonies formées par « nombre de germes microbiens » : moisissures, levures ou bactéries, suivant les cas. Pour les moisissures, nous avons vérifié, par examen microscopique, que les dilutions de travail obtenues renfermaient presque exclusivement des conidies. Les courbes d'évolution établies à partir des dénombrements effectués au cours du stockage des graines, sont donc surtout des courbes de sporulation comme l'avaient déjà signalé MANDELS et DARBY (1953). Les courbes de sporulation sont le reflet de la croissance des moisissures, puisque dans des conditions données, l'augmentation du nombre des spores et l'augmentation de la masse mycélienne vont de pair (HAWKER et CHAUDURI, 1946).

3. *Détermination qualitative des moisissures*

Seules les moisissures (étant les germes les plus importants dans la dégradation des graines) ont été déterminées ici à l'aide des clés de différents manuels de taxonomie : NAUMOV (1939), BARNETT (1955), GILMAN (1959), CLEMENTS & SHEAR (1964), RAPER & FENNELL (1965), RAPER, THOM & FENNELL (1968).

RÉSULTATS OBTENUS

ÉVOLUTION DE LA TENEUR EN EAU DES GRAINES AU COURS DES ESSAIS DE STOCKAGE (Fig. 2)

1. Au cours des essais de 1974 (Fig. 2 a) les graines s'humidifient d'autant plus que les humidités relatives de l'air des enceintes de stockage sont plus élevées. L'équilibre hydrique air-graines est atteint en un mois sous l'humidité relative de 75 % (teneur en eau des graines voisine de 17 %), en 3 mois sous l'humidité relative de 80% (teneur en eau voisine de 20%) et il n'est pas atteint après 5 mois (durée de l'essai) sous l'humidité relative de 97% (teneur en eau supérieure à 35%).

2. Au cours des essais de 1975 (Fig. 2 b), les teneurs en eau des graines restent pratiquement stables sous les humidités relatives de 65 et 80% (teneurs en eau voisines de 15 et 18,5%) tandis qu'elles augmentent de 4,5% environ

Source : MNHN, Paris

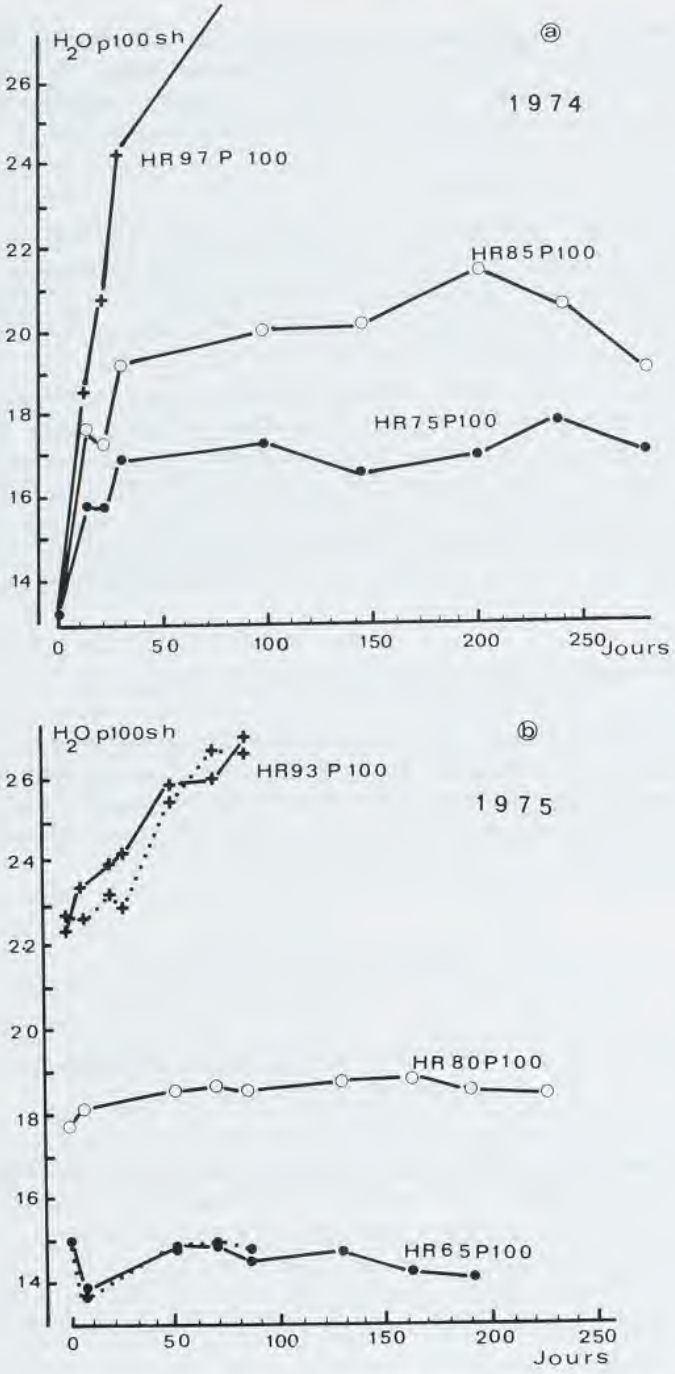


Figure 2. — Évolution des teneurs en eau de graines de féverole stockées en atmosphère non ventilée à 20-22°C sous différentes humidités relatives.

a : essai 1974, graines entières; b : essai 1975, —— graines entières, - - - - - brisures. Abscisse : durée de stockage en jours; ordonnée : teneur en eau des graines en % de la substance humide.

Source : MNHN, Paris

en trois mois sous l'humidité relative de 93% pour atteindre des valeurs voisines de 26,6-27%.

Les teneurs en eau des graines de la variété Maxime sont donc légèrement supérieures à celles qui sont indiquées par l'isotherme 24°C de sorption de vapeur d'eau, ce qui est normal puisque la température de stockage n'est que de 20-22°C. Les teneurs en eau des graines de la variété Ascott sont également légèrement supérieures; les deux variétés auraient donc pratiquement les mêmes caractéristiques de sorption.

EVOLUTION DE LA MICROFLORE DES GRAINES AU COURS DES ESSAIS DE STOCKAGE

1. *Évolution quantitative des bactéries (Fig. 3)*

Sous l'humidité relative de 97% (essai 1974) les bactéries se développent activement, leur nombre est multiplié par plus de 1 000 au cours des 2 premières semaines de stockage.

Sous les autres humidités relatives les bactéries diminuent d'autant plus rapidement que l'humidité relative de stockage est plus élevée.

2. *Évolution quantitative de la mycoflore*

La présence de levures n'ayant pas été mise en évidence, cette évolution ne concerne que les moisissures.

a) Cas des graines entières (fig. 4)

Au cours des essais débutés en 1974, le nombre de moisissures augmente d'autant plus tôt et d'autant plus vite que l'humidité relative est plus élevée. Ainsi en trois mois, sous les humidités relatives de 97% et 85%, le nombre de germes de moisissures des graines est multiplié par 40 000 et par 100 respectivement alors qu'il n'augmente qu'après plus de 6 mois sous l'humidité relative de 75% (Fig. 4 a).

Au cours des essais de 1975, le nombre de germes de moisissures des graines stockées sous l'humidité relative de 93% est multiplié par 1 300 environ durant le premier mois de stockage, puis la vitesse de multiplication diminue. Sous l'humidité relative de 80%, après une phase de latence de deux mois environ, les moisissures se développent au cours du troisième mois de stockage puis leur nombre ne varie pratiquement plus jusqu'à la fin de l'essai. Sous l'humidité relative de 65%, les moisissures diminuent très lentement (Fig. 4 b).

b) Cas des brisures (Fig. 4 b)

Le nombre de germes de moisissures des brisures (1975) est multiplié par 18 000 au cours du premier mois de stockage, puis la vitesse de multiplication

Source : MNHN, Paris

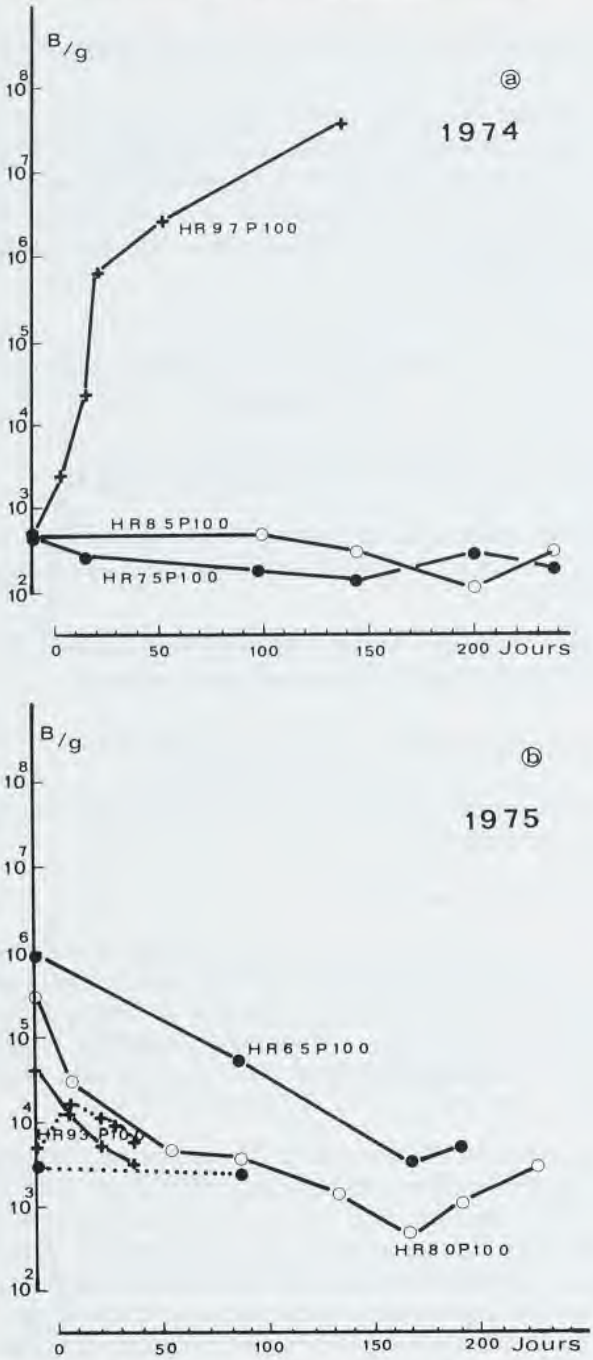


Figure 3. — Évolution des bactéries des graines de féverole stockées à 20-22°C en atmosphère non ventilée sous différentes humidités relatives.

a: essai 1974, graines entières; b: essai 1975, —— graines entières, - - - - - brisures. Abscisse : durée de stockage en jours; ordonnée : nombre de bactéries par gramme de graines.

Source : MNHN, Paris

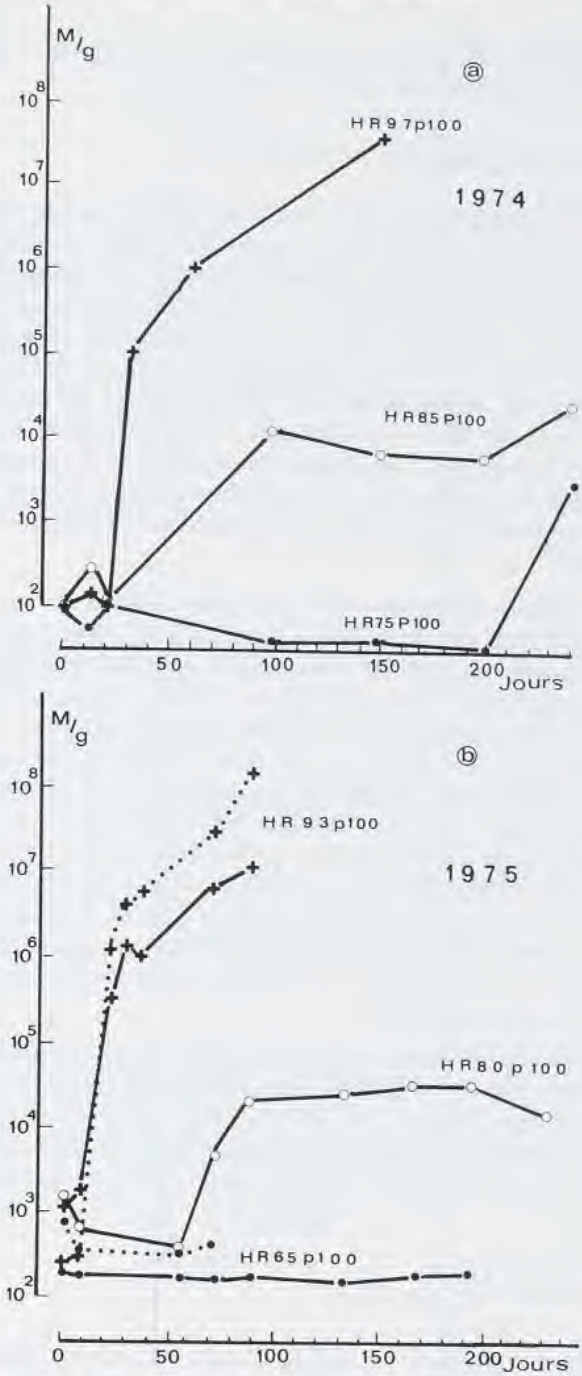


Figure 4. — Évolution des moisissures des graines de féverole stockées à 20-22°C en atmosphère non ventilée sous différentes humidités relatives.

a: essai 1974, graines entières; b: essai 1975, —— graines entières; - - - - - brisures. Abscisse : durée de stockage en jours; ordonnée : nombre de germes de moisissures par gramme de graines.

Source : MNHN, Paris

diminue. La quantité de germes de moisissures des brisures est rapidement supérieure à celle des graines entières de la même récolte.

3. *Évolution qualitative des moisissures*

Initialement les graines hébergent une assez grande variété de moisissures. Elles appartiennent pour la plupart à la mycoflore dite «du champ» (CHRISTENSEN & KAUFMAN, 1969). *Alternaria* sp., *Aureobasidium pullulans* (De Bary) Arnaud, *Phoma* sp., *Epicoccum* sp. et *Fusarium* sp. sont quantitativement les plus importantes. Viennent ensuite, en quantités bien moindres, des moisissures appartenant à la mycoflore dite «intermédiaire» (PELHATE, 1968) telles que *Cladosporium* sp. et enfin, en infimes quantités, des moisissures appartenant à la mycoflore dite «de stockage» (CHRISTENSEN & KAUFMAN, 1969) telles que *Mucor* sp., *Penicillium raistrickii* Smith, *Penicillium thomii* Zaleski, *Penicillium cyclopium* Westl., *Penicillium chrysogenum* Thom , *Penicillium brevi-compactum* Dierckx et des *Aspergillus* des groupes *glaucus, candidus, versicolor* et *niger*.

La figure 5 illustre l'évolution des principaux genres au cours des essais débutés en 1974 : sous une humidité relative de 75% *Mucor* et *Cladosporium* ne sont plus décelables au bout de trois mois de stockage, tandis que *Alternaria* reste décelable pendant 5 mois. *Penicillium*, présent sur les graines, n'évolue pas pendant les 5 premiers mois de stockage puis se multiplie activement pendant les 3 derniers mois. *Aspergillus*, par contre, n'est décelé qu' au bout de 5 mois, il se multiplie alors rapidement jusqu'à la fin du stockage. Sous une humidité relative de 85%, *Mucor* n'est plus décelable au bout de 20 jours. Puis à leur tour disparaissent *Cladosporium* au bout de 3 mois et *Alternaria* au bout de 6 mois. Par contre *Penicillium* et *Aspergillus* qui ne semblent pas se multiplier en début de stockage, prennent leur essor après 3 mois et envahissent très vite les graines. Sous une humidité relative de 97%, *Mucor, Alternaria* et *Cladosporium* ne sont plus mis en évidence au bout d'un mois. *Penicillium* et *Aspergillus* s'implantent alors très rapidement.

Au cours des essais débutés en 1975, il se produit un phénomène semblable de disparition de la flore «du champ» puis d'implantation de la flore «de stockage» à des humidités relatives de 80% et 93%. Par contre sous une humidité relative de 65% les genres initialement présents tels que *Aureobasidium, Alternaria, Cladosporium, Aspergillus* et *Penicillium* sont encore révélés en fin de stockage.

4. *Discussion des résultats*

Dans les zones hydriques de multiplication des microorganismes, sur les graphes d'évolution du nombre de germes de moisissures par gramme de graines on peut distinguer quelques unes des différentes phases d'une courbe typique de croissance : une phase de latence (importante sous les HR de 80 et 75%), une phase de multiplication active (phase exponentielle sous les HR de 97, 93,

Source : MNHN, Paris

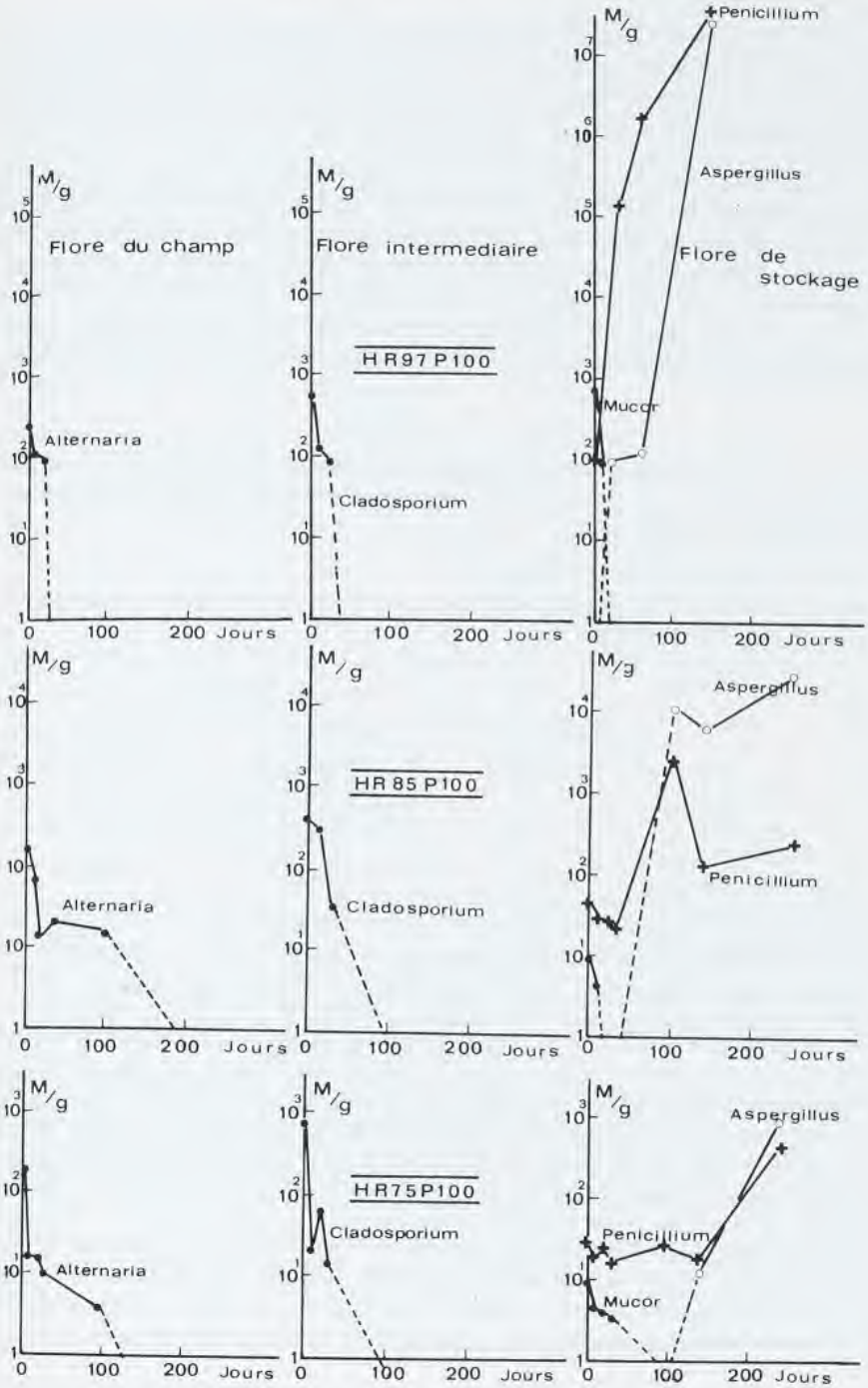


Figure 5. — Évolution des principaux genres de moisissures des graines de féverole stockées à 20-22°C en atmosphère non ventilée sous différentes humidités relatives.

Abscisse : durée de stockage en jours; ordonnée : nombre de germes de moisissures par gramme de graines.

Source : MNHN, Paris

85, 80 et 75%), une phase de multiplication ralentie (sous les HR de 97, 93, 85 et 80%) et enfin une phase de maximum stationnaire suivie d'une phase de déclin (sous l'HR de 80%, où l'essai est assez long). Sous l'humidité relative de 65% les moisissures ont diminué pendant toute la durée de l'essai (7 mois et demi).

En comparant les résultats de 1974 et de 1975, il apparaît qu'au début des essais, le nombre de germes de moisissures augmente aussi rapidement sous l'humidité relative de 93% que sous celle de 97% : en un mois, dans un cas comme dans l'autre, le coefficient de multiplication * est voisin de 1 000. Ceci est dû au fait que la teneur en eau des graines de 1974 est inférieure à celle des graines de 1975 pendant le premier mois de stockage. Par la suite les phénomènes s'inversent.

En comparant les coefficients de multiplication des germes de moisissures sur les graines entières et sur les brisures stockées sous une humidité relative de 93%, il apparaît que ce sont les dernières qui moisissent le plus vite et le plus abondamment (Tableau 2).

Tableau 2. — Nombre de germes de moisissures présents sur des graines entières et des brisures en cours de stockage.

	Durée de stockage en jours	Milliers de germes de moisissures par gramme	Coefficient de multiplication
graines entières	0 28	1 065 1 425	1 338
brisures	0 28	0 255 4 590	18 000

A ce phénomène il y a au moins deux explications (POISSON & CAHAGNIER 1977) : pour une même masse la surface des brisures est plus grande que celle des graines entières et sous une même humidité relative la teneur en eau de la féverole décortiquée est plus élevée que celle des téguments (plus de 2% sous une HR de 93%). Il est d'ailleurs bien connu que les graines lésées moisissent plus vite que les graines en bon état.

A partir des courbes isothermes (20-22°C) d'évolution du nombre de germes microbiens au cours des essais, il est possible d'obtenir des indications sur la durée de bonne conservation des graines de féverole en fonction des conditions hydriques de stockages effectués en atmosphère non ventilée à 20-22°C.

* Le coefficient de multiplication est le rapport du nombre de germes de moisissures par gramme de graines au temps t à celui du nombre initial.

Source : MNHN, Paris

Le niveau du peuplement des graines par les moisissures est seul retenu ici pour juger de leur état de conservation (POISSON & CAHAGNIER, 1976) puisque les bactéries régressent très tôt (sauf sous l'humidité relative de 97%) et n'ont donc pas d'activité notable. Les indications, ainsi réunies, figurent au tableau 3 établi en fixant à 10^5 la valeur seuil du nombre de germes de moisissures (appartenant essentiellement à des espèces de stockage) par gramme de graines, au delà de laquelle le lot est considéré comme dégradé puisqu'il est alors légèrement mais visiblement moisi. (La valeur seuil de 10^5 devra certainement être abaissée devant la prise de conscience des risques liés à la présence d'espèces toxigènes, mais on manque actuellement des données nécessaires pour établir une correspondance entre l'importance numérique et la nature des populations fongiques sur les graines d'une part, et les qualités technologiques, nutritionnelles et sanitaires d'autre part.

Tableau 3. — Durées de conservation minimum des graines, initialement sèches ou humides, suivant les conditions hydriques de stockage.

	Humidité relative %	Durée de conservation en jours
Graines initialement sèches (1974)	97 85 75	12 < <30 240 < 280 <<
Graines se trouvant initialement en déséquilibre hydrique avec l'atmosphère de stockage (1975)	93 80 65	7 < <18 228 < 228 ≪

Les essais étant en trop petit nombre et d'une durée trop courte, les données recueillies restent pour l'instant très partielles; cependant, d'après l'allure des courbes d'évolution des moisissures, les durées de conservation sous 65-75 et 80% d'humidité relative sont vraisemblablement très supérieures à celles qui sont indiquées dans le tableau 3.

Il est d'abord à noter que les moisissures se développent plus difficilement sur la féverole que sur le soja (graine également protéagineuse, mais aussi oléagineuse) lorsqu'ils sont stockés dans les mêmes conditions. Par exemple, sous une humidité relative de 80%, le nombre de germes de moisissures dénombrés sur les graines est multiplié par 10 en 90 jours dans le cas du soja, et en 140 jours dans le cas de la féverole. Ces résultats sont ceux que laissaient prévoir les caractéristiques de sorption des graines (CARANTINO, 1975), puisque ce sont les substrats qui renferment le plus d'eau libre qui moisissent le plus vite (MULTON & GUILBOT, 1973; POISSON & CAHAGNIER, 1974).

A la récolte, les graines de féverole hébergent une flore du champ et une flore intermédiaire qui régressent en cours de stockage, quelles que soient les conditions écologiques présentes et en particulier quelle que soit l'humidité

Source : MNHN, Paris

relative de l'atmosphère. Par contre une flore de stockage s'implante et les moisissures qui envahissent les graines sont celles qui se trouvent le plus près de leurs conditions optimales de développement : sous des humidités relatives de 75 et 85%, les *Aspergillus*, en général plus xérophiles que les *Penicillium*, se multiplient plus facilement et prédominent en fin de stockage; sous des humidités relatives élevées (90% et plus) les *Aspergillus* et les *Penicillium* sont présents en quantités équivalentes en fin de stockage, alors que dans des conditions identiques ce sont les *Penicillium* qui prédominent sur les graines de céréales (PELHATE, 1968) et les graines oléagineuses (GUILBOT & POISSON, 1966).

RÉSUMÉS ET CONCLUSIONS

Bien que les graines de féverole constituent une source protéique d'avenir en métropole, il ne semble pas exister de documents relatifs aux problèmes posés par leur conservation, hormis de récentes courbes isothermes (24°C) de sorption de vapeur d'eau de la graine entière, de l'«amande» et de ses téguments. Cependant, en cours de stockage, les graines de féverole peuvent être soumises à de multiples causes de dégradation, parmi lesquelles les microorganismes sont susceptibles de jouer un rôle important s'ils viennent à se multiplier Or la microflore ne s'implante et ne se développe que dans un écosystème donné dont il convient de bien connaître et de bien maîtriser les facteurs pour assurer une bonne conservation des graines.

C'est pourquoi, une étude de l'évolution de la microflore de graines de féverole en fonction de diverses conditions de stockage a été entreprise afin de déterminer les valeurs optimales des paramètres de stockage. Dans le cadre de cette étude, le présent travail porte sur des essais de stockage réalisés à 20-22°C en atmosphère non ventilée (mode de stockage le plus simple) à des humidités relatives s'échelonnant de 65 à 97%; les graines mises en expérience, entières,ou brisées, étant ou non préalablement réhumidifiées.

Les principales données acquises ou précisées au cours de ce travail sont les suivantes :

Dans les conditions expérimentales réalisées il n'y a pas de multiplication bactérienne, excepté sous l'humidité relative de 97%; les moisissures régressent sous l'humidité relative de 65%, tandis que dans leur zone hydrique de développement elles se multiplient d'autant plus que les humidités relatives sont plus élevées.

Des courbes isothermes (20-22°C) d'évolution du nombre de germes de bactéries et de moisissures, en fonction de l'humidité relative de stockage, ont été établies à partir des résultats obtenus, ces courbes donnent des indications sur les durées de conservation des stocks (durées pendant lesquelles le nombre de germes de moisissures par gramme de graines reste inférieur à 10^5).

Source : MNHN, Paris

Ainsi, dans le cas des graines initialement sèches, la durée de conservation est nettement supérieure à 280 jours sous les humidités relatives de 65% et 75%, elle est supérieure à 240 jours sous l'humidité relative de 85% (durée des essais), par contre elle est comprise entre 2 et 4 semaines sous l'humidité relative de 97%; dans le cas des graines humides dès le début des essais, les durées de conservation sont un peu plus courtes.

Les graines entières moisissent moins vite et moins abondamment que les brisures, les téguments jouant un rôle protecteur comme pour les céréales et les graines oléagineuses par exemple.

Les graines de féverole moisissent moins vite que celles de soja (graines également protéagineuses, mais aussi oléagineuses) lorsqu'elles sont stockées de façon identique.

A la récolte, les graines hébergent des moisissures du champ et une mycoflore intermédiaire qui régressent au cours du stockage, quelle que soit l'humidité relative de l'atmosphère. Les moisissures de stockage (*Penicillium* et *Aspergillus*) en très faibles quantités à la récolte, se maintiennent sur les graines stockées sous l'humidité relative de 65%, et se multiplient d'autant plus activement par ailleurs que l'humidité relative est plus élevée; *Penicillium* et *Aspergillus* sont sensiblement en fin de stockage sous les humidités relatives élevées, alors que dans des conditions identiques ce sont les *Penicillium* qui prédominent sur les grains ou les graines oléagineuses par exemple.

L'étude effectuée ne constitue qu'un sondage préliminaire. Pour préciser et compléter les indications relatives à la durée de conservation des stocks, des essais plus nombreux devront être effectués, à plusieurs températures et en fonction d'une gamme de teneurs en eau plus resserrée dans la zone limite de stabilité où une faible augmentation peut entraîner le développement des micro-organismes.

De même il serait intéressant de rechercher si les constituants de la graine de féverole exercent une action sélective sur la mycoflore de stockage au profit des *Aspergillus*.

Travail réalisé avec la collaboration technique de C. DESSERME.

BIBLIOGRAPHIE

BARNETT H. L., 1955 — *Illustrated genera of imperfect fungi.* Burgess publishing Co. Minneapolis.

BOND D. A., 1969 — The development of field beans as a crop in Britain. Symposium of

Source : MNHN, Paris

the Nutrition Society on Plant Breeding and Nutrition, 26 and 27 june. *Proceeding of the Nutrition Society* 1970, 29, n° 1, p. 74.

CARANTINO S., 1975 – Évolution de la microflore de graines de soja en fonction des conditions de stockage et en fonction de la date de récolte. DEA de Biophysicochimie Industrielle Alimentaire présenté à la Faculté des Sciences d'Orsay.

CARANTINO S., CAHAGNIER B., POISSON J., BAUDET J. J., BURGHART P., CHANET M., 1976 – Conservation des graines de soja métropolitaines : évolution de leur microflore en fonction des conditions de stockage et de la date de récolte. *Information Technique du CETIOM* 4e trimestre 1976 (sous presse).

CHRISTENSEN C.M., KAUFMANN H.H., 1969 – Grain storage. The role of fungi in quality loss. University of Minnesota Press. Minneapolis.

CLEMENTS F. E., SHEAR C. L., 1964 – *The genera of fungi.* Hafner Publishing Company, New York.

GILMAN J.C., 1959 – *A manual of soil fungi.* Iowa State University Press, Iowa, U.S.A.

GUILBOT A., LINDENBERG A.B., 1960 – Eau non solvante et eau de sorption de la cellule de levure. *Biochem. Biophs. Acta, Nederl.* 39 : 389-397.

GUILBOT A., POISSON J., 1966 – Évolution de la microflore des graines oléagineuses métropolitaines. Influence sur l'acidité de l'huile. Journée d'étude sur l'altération des graines oléagineuses; moyens d'y remédier et conséquences. *Institut des Corps Gras.* Paris : 11-21.

HAWKER L.E. & CHAUDHURI S.D., 1946 – Growth and finling of certain ascomycetous fungus as influenced by the nature and concentration of the carbohydrate in the medium. *Ann. Botany*, G.B. 9 : 185-194.

HELLE, 1973 – La féverole. Mémoire de fin d'études de l'I.N.A. Paris.

LAWES D. A., 1974 – Field beans : improving yield and reliability. *Span* 17, n° 1.

MANDELS G.B., DARBY R.T., 1965 – In AINSWORTH & SUSSMAN, The Fungi, Academic Press, N. Y. et Londres, T. 1 : 602.

MOREAU C., 1975 – Les moisissures toxiques dans l'alimentation animale. 2. Contribution à l'étude de la pollution fongique dans l'alimentation pour volailles. Publication Alimentation animale et Moisissures. École vétérinaire, Maison-Alfort : 44-59.

MULTON J.L., POISSON J., GUILBOT A., 1969 – Les altérations du grain de blé après la récolte. *B. T. I.* 244 : 1-18.

MULTON J.L., TRENTESEAUX E., GUILBOT A., 1973 – Détermination de l'aptitude des graines à l'utilisation immédiate et au stockage. *Ann. Tech. Agric. Fr.* 22, 3 : 335-345.

MULTON J.L., GADET F., 1975 – Notes communiquées aux auteurs.

NAUMOV N. A., 1939 – *Clé des Mucorinées (Mucorales).* Lechevalier, Paris.

PELHATE J., 1968 – Contribution à l'étude écologique des moisissures des blés de conservation. Thèse Fac. Sciences de Brest. Univ. de Rennes.

POISSON J., CAHAGNIER B., 1972 – Aspect microbiologique de la conservation du maïs-grain humide par l'acide propionique. *Ann. Techn. Agric.* 21 (2) : 99-122.

POISSON J., CAHAGNIER B., 1976 – La microflore du caryopse de blé : son évolution pendant le stockage en atmosphère renouvelée, action de l'irradiation. Comptes-rendus des quatrièmes journées de phytiatrie et de phytopharmacie circum-méditerranéennes, septembre 1974. Rulliere-Libeccio ed., Avignon.

POISSON J., CAHAGNIER B., 1977 – Développement des moisissures sur les graines en fonction de diverses caractéristiques du substrat et de la population fongique. *Bull. O.E.P.P.*, Paris. Sous presse.

RAPER K.B., FENNELL D.I., 1965 – The genus *Aspergillus.* The Williams and Wilkins Company, Baltimore.

Source : MNHN, Paris

RAPER K. B., THOM G., FENNELL D. I., 1968 – *A manual of the Penicillia.* Hafner Publishing Company, New York.

ROCKLAND L. B., 1960 – Saturated salt solutions for static control of relative humidity between 5°C and 40°C. *Analytical chemistry* 32, 10 : 1375-1376.

WINSTON P. W. & BATES D. H., 1960 – Saturated solutions for the control of humidity in biological research. *Ecology* 41, 1 : 232-237.

Source : MNHN, Paris

Source : MNHN, Paris

THERMO-INHIBITION DU DÉVELOPPEMENT DU SPOROPHYTE AU COURS DE LA MATURATION DES PERITHECES de GNOMONIA LEPTOSTYLA (Fr.) Ces. de Not.

par J. FAYRET(1) et A. PARGUEY-LEDUC (2)

RÉSUMÉ. — Dans les cultures de *Gnomonia leptostyla* à 20°C, les périthèces restent immatures. Dans les périthèces, le pro-sporophyte plurinucléé se développe normalement et évolue en une masse syncytiale à partir de laquelle prend naissance l'ascosporophyte. Mais il se produit une thermo-inhibition de la différenciation de la phase ascogène de celui-ci. Il apparaît ainsi que le froid est nécessaire à l'évolution des cellules dicaryotiques initiales qui ont valeur de cellules carposporales. Ces dernières, et la phase asco-sporophytique qui en dérive, ont donc une physiologie propre, comme en témoignent leurs exigences thermiques particulières.

SUMMARY. — In cultures at 20°C, perithecia of *Gnomonia leptostyla* remain immature. In these perithecia, the multinucleate pro-sporophyte grows normally and produces a sporophytic syncytium from which originate binucleate cells (dicaryophyte). But differentiation of asco-sporophyte (dicaryotic ascogenous hyphae with croziers) is thermo-inhibited. Thus cold is necessary for the evolution of initial dicaryotic cells which are truly carposporal cells. These cells and their progeny, the asco-sporophytic phase, have a peculiar physiology illustrated by their thermic requirements.

INTRODUCTION

Pour de nombreux champignons Pyrénomycètes parasites, le périthèce représente un organe de conservation pendant la période hivernale. Il abrite la phase sporophytique qui, se développant à la faveur du froid, conduit à la

(1) Laboratoire de Cryptogamie, Université Paul-Sabatier, 118 route de Narbonne, 31077 Toulouse Cedex.

(2) Laboratoire de Cryptogamie, Université Pierre et Marie Curie, 11 Quai Saint-Bernard, F-75005 Paris.

Source : MNHN, Paris

production des ascospores. Celles-ci réalisent les infections primaires au printemps. Le *Venturia inaequalis* en est un exemple bien connu parmi les Pléosporales. Il en est de même chez la Diaporthale *Gnomonia leptostyla*, agent de l'anthracnose du Noyer.

Le cycle biologique de cette dernière espèce a pu être réalisé in vitro (FAYRET, 1967 a). Pour son accomplissement, les facteurs de l'environnement apparaissent déterminants : si la conidiogenèse (macro- et microconidies) est photo-inductible, la morphogenèse périthéciale, par contre, peut-être totalement photo-inhibée (FAYRET, 1974). De plus, si la nature de la conidiogenèse est étroitement thermo-dépendante (cryo-induction de la microconidiogenèse), l'obtention d'ascocarpes fertiles en cultures exige des températures basses, inférieures à 12°C (FAYRET, 1967 b).

A partir de cultures réalisées à 10°C, nous avons pu effectuer une étude détaillée de l'ontogénie des périthèces du *Gnomonia leptostyla*, depuis l'apparition de l'ascogone spiralé ou archicarpe, première manifestation de cette morphogenèse sexuée, jusqu'à la différenciation des asques octosporés (FAYRET & PARGUEY-LEDUC, 1975). La morphogenèse périthéciale est précédée de la différenciation de l'organe sexuel femelle ou archicarpe dont dérive chaque ébauche périthéciale fécondable. La fécondation peut être assurée par spermatisation à l'aide des microconidies (FAYRET, 1971), et probablement par trichogamie. Si, dans certains cas, l'ébauche périthéciale peut évoluer en périthèce sans qu'intervienne une fécondation, elle donne alors un organe purement gamétophytique (FAYRET, 1970) : la phase sporophytique ne peut apparaître sans que la fécondation s'accomplisse.

Lorsque les cultures sont conduites à 20°C, et à l'obscurité, les thalles produisent d'abondants périthèces, mais ils restent toujours immatures (FAYRET, 1967 b). Nous présentons ici le résultat de nos recherches qui avaient pour but de déterminer si, dans ces fructification formées à 20°C, le sporophyte peut amorcer son développement et, éventuellement, à quel moment se situe la thermo-inhibition de cette morphogenèse.

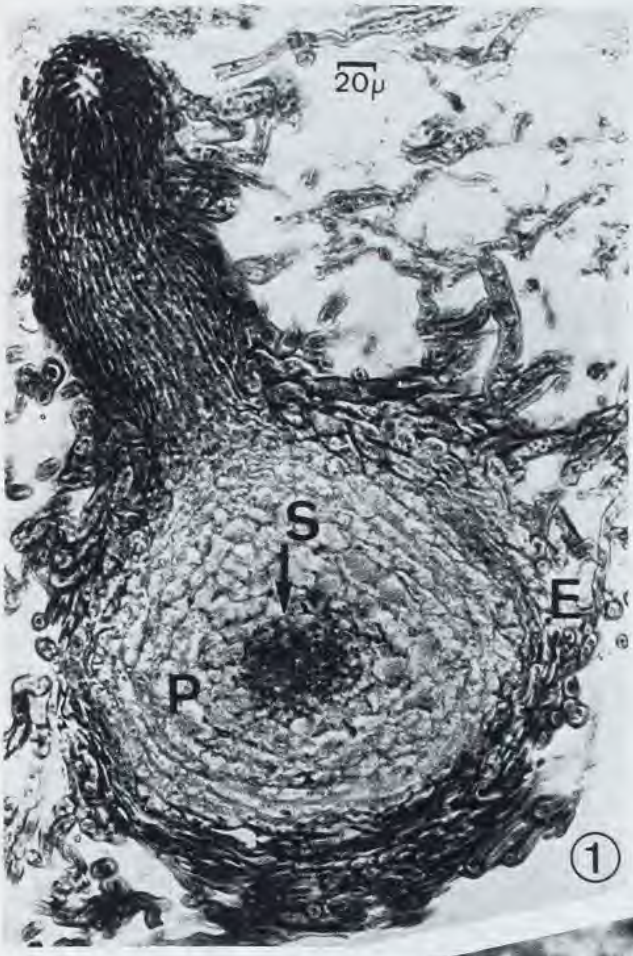
MATÉRIEL ET TECHNIQUES

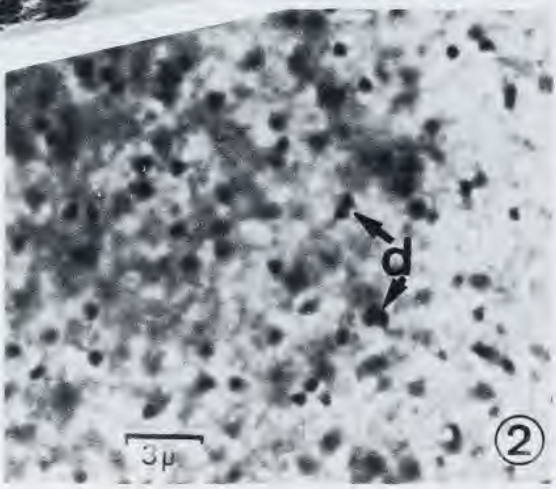
Le milieu de culture (milieu synthétique liquide), l'origine des souches (souches complémentaires A et a), le mode d'inoculation des fioles de cultures ont été précédemment définis (FAYRET & PARGUEY-LEDUC, 1975).

Planche I.

1 : Périthèce morphologiquement adulte (culture de 25 jours à 20°C; coloration à l'hématoxyline ferrique/éosine). Sous l'enveloppe externe carbonacée (E) s'est différencié un para-plectenchyme (P) et, dans le carpocentre, le pro-sporophyte a atteint le stade syncytial (S). — 2 : Sporophyte syncytial après la lyse des parois cellulaires, où les noyaux commencent à s'apparier pour constituer des dicaryons (d).

Source : MNHN, Paris





Source : MNHN, Paris

Les cultures qui ont servi à cette étude ont été réalisées à la température de 20°C et à l'obscurité. Des cultures témoins à 10°C, où les périthèces arrivent à maturité complète, ont été faites simultanément.

L'étude histo-cytologique des périthèces, prélevés régulièrement au cours de l'évolution des thalles, a été effectuée à partir de coupes sériées, selon les méthodes classiques, après fixation au Westbrook et coloration à l'hématoxyline ferrique-éosine. Des colorations nucléaires ont été également pratiquées avec l'orcéine acétique (SINGLETON, 1953).

RÉSULTATS

Dans les cultures à 10°C, l'étude ontogénique des périthèces fertiles avait permis de définir deux périodes au cours de leur évolution :

1) une période de différenciation morphologique pendant laquelle, à partir de l'ébauche périthéciale, se constitue le périthèce de taille adulte;

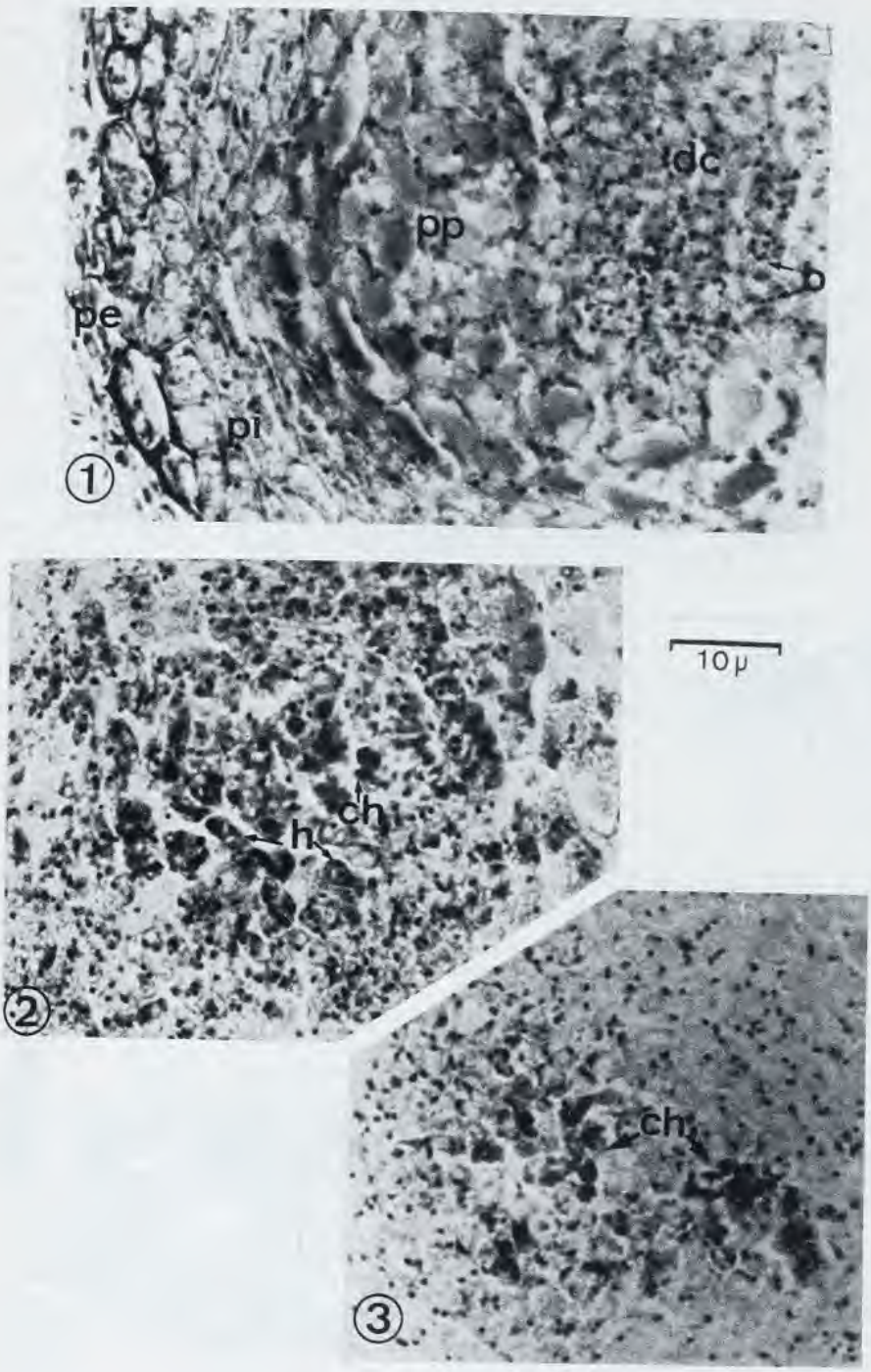
2) une période de maturation, où l'ascocarpe est le siège des remaniements internes qui aboutissent à la formation des asques et des ascospores.

La première période se retrouve intégralement pour les périthèces qui se développent dans les cultures placées à 20°C. Après fécondation, à partir des cellules ascogoniales, apparaît d'abord, dans les jeunes ébauches périthéciales, un pro-sporophyte plurinucléé (stade micto-haploïde). Ce pro-sporophyte se développe pendant la première phase de croissance des ébauches, mais lorsque ces dernières approchent de la taille définitive (c'est alors qu'à partir du méristème apical, se forme le col intérieurement garni de périphyses), les cellules pro-sporophytiques, après la lyse de leur paroi, donnent naissance à un syncytium à nombreux noyaux. Celui-ci persiste plusieurs jours et marque une phase d'arrêt dans le développement du sporophyte. Ce stade syncytial caractérise les périthèces à la fin de leur croissance (Planche I, 1), la masse syncytiale occupe alors le carpocentre et est entourée d'un tissu nourricier important formé de grosses cellules para-plectenchymateuses. Au cours de cette période, le sporophyte évolue donc peu et ce sont essentiellement les parties gamétophytiques qui se mettent en place.

Planche II.

Cultures à 20°C: avortement du dicaryophyte (coloration à l'hématoxyline ferrique/éosine). — 1: Vue partielle et latérale du corps du périthèce montrant de l'extérieur à l'intérieur: l'enveloppe externe à parois mélanisées (p.e.), l'enveloppe interne à parois hyalines (p.i.), le para-plectenchyme (p.p.) à cellules nourricières, l'asco-sporophyte dicaryotique (d.c.) à nombreuses cellules binucléées (b) succédant au syncytium carpocentral. 35e jour. — 2: Dégénérescence de l'asco-sporophyte dicaryotique dont les cellules hypertrophient leurs noyaux (h) et deviennent très chromophiles (ch). 40e jour. — 3: Dégénérescence plus accusée de l'asco-sporophyte dicaryotique, avec de nombreuses cellules très chromophiles (ch). 40e jour.

Source : MNHN, Paris



Source : MNHN, Paris

Pendant la deuxième période, ou période de maturation, le développement du sporophyte est prédominant dans les ascocarpes à 10°C. C'est ainsi que se succèdent, à partir du sporophyte syncytial, la différenciation de la phase dicaryotique de l'asco-sporophyte, puis celle de sa phase ascogène caractérisée par l'apparition des dangeardies qui donneront naissance aux asques.

A 20°C, comme à 10°C, s'individualise la phase dicaryotique. Dans le syncytium, on observe d'abord des appariements nucléaires qui donnent les dicaryons (Planche I, 2). Autour de ceux-ci se différencient des cellules binucléées dont l'ensemble occupe alors toute la région carpocentrale (Planche II, 1) et est entouré par le para-plectenchyme nourricier. Ce stade est atteint en moyenne au bout de 5 semaines de culture. C'est alors que des caractères histo-cytologiques particuliers marquent une dégénérescence des cellules sporophytiques (Planche II, 2 et 3). Dans le massif dicaryotique apparaissent des cellules très chromophiles, dont certaines commencent à hypertrophier leurs noyaux. La chromophilie s'accentue et gagne toutes les cellules du sporophyte à dicaryons, qui dégénère totalement, alors que les cellules nourricières du para-plectenchyme sont encore intactes (Planche III, 1). Ces dernières dégénèrent à leur tour ultérieurement, le carpocentre se creusant de cavités et se déchirant facilement lors de la confection des coupes.

La séquence du développement de l'asco-sporophyte qui consiste dans le passage de sa phase dicaryotique à sa phase ascogène, c'est à dire dans la formation des dangeardies ascogènes (Planche III, 2 à 6), est donc inhibée à 20°C et apparaît être une phase cryo-dépendante.

DISCUSSION

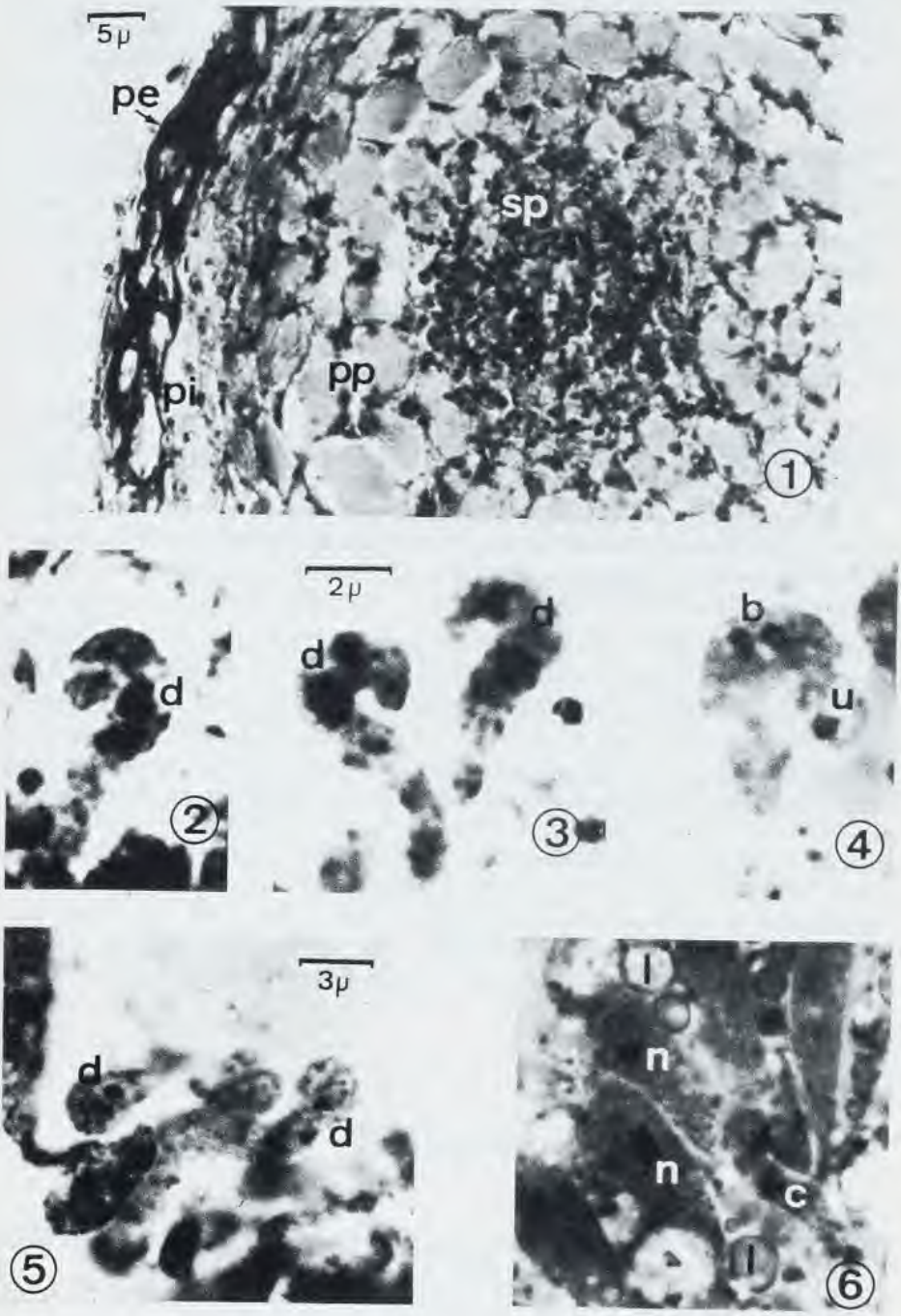
L'effet favorable des basses températures sur la formation des périthèces a été démontré chez plusieurs espèces de Pyrénomycètes. C'est notamment le cas du *Venturia inaequalis* qui ne produit d'ascocarpes in vitro qu'après avoir été soumis à une longue période de froid : 4 à 8° C pendant 5 mois

Planche III.

1 : Périthèce abortif d'une culture à 20°C. 45e jour. (coloration à l'hématoxyline ferrique/éosine). On y retrouve la paroi externe (p.e.), la paroi interne (p.i.), le para-plectenchyme nourricier (p.p.), mais la différenciation de l'asco-sporophyte ascogène à partir de l'asco-sporophyte dicaryotique est inhibée par la suite d'une dégénérescence totale des cellules dicaryotiques (sp), devenues entièrement chromophiles.

2 à 6 : Évolution de l'asco-sporophyte dans des périthèces à 10°C (45e jour et 50e jour de culture; coloration à l'orcéine acétique après écrasement). — 2 et 3 : Début de la formation du crochet dangeardien à partir de la cellule apicale à dicaryon (d) d'une hyphe ascogène. 4 : Dangeardie à cellule apicale uninucléée (u) et à cellule subapicale binucléée (b) où se prépare une nouvelle mitose conjuguée. 5 : Cellules ascales binucléées (d : dicaryon). 6 : Cellules ascales après la caryogamie (n : noyau diploïde volumineux). On observe aussi un début de crochet dangeardien (c) binucléé et des globules lipidiques (l) de réserve qui serviront à la nutrition des asques pendant leur différenciation.

Source : MNHN, Paris



Source : MNHN, Paris

(WILSON, 1928; KEITT % LANGFORD, 1941; ROSS & HAMLIN, 1962), du *Leptosphaeria acuta* (LACOSTE, 1963) où les périthèces apparaissent en abondance à 10°C, mais pas à 18°C, de l'*Hypomyces solani* f. sp. *cucurbitae*, où le froid intervient comme facteur inducteur de la morphogenèse périthéciale, mais est cependant sans effet sur les phénomènes de maturation (WILSON, 1968; WILSON & BAKER, 1969). Les travaux de LEACH (1971), par contre, ont montré que la maturation des fructifications sexuées du *Pleospora herbarum* ne peut s'accomplir que si, après leur photo-induction, elles sont placées trois semaines à des températures de l'ordre de 5-10°C. Chez cette espèce, la photo-induction des périthèces peut être remplacée par une cryo-induction, ce qui, d'ailleurs, n'exclut pas la nécessité du froid pendant la maturation.

Mais ces travaux n'apportent aucune donnée sur les possibilités de développement de la phase sporophytique aux températures qui inhibent la maturation. Seul l'effet global du facteur thermique y est envisagé.

Les résultats obtenus avec le *Gnomonia leptostyla* montrent que, chez ce champignon, les premières séquences de la morphogenèse sporophytique, correspondant au développement complet de la phase pro-sporophytique et également à la différenciation des cellules de la phase dicaryotique, manifestent une tolérance thermique relativement large, puisqu'elles apparaissent à 20°C comme à 10°C. Mais ensuite, l'apparition des hyphes à dangeardies ascogènes, est inhibée par une température trop élevée.

Le *Gnomonia leptostyla* fournit un exemple d'Ascomycète où les phases sporophytiques «floridéennes» ou «para-floridéennes» décrites par CHADEFAUD (1960, 1975) sont particulièrement nettes. C'est ainsi que le pro-sporophyte (homologue du carposporophyte des Floridées) se termine, après le stade syncytial, par la formation des premières cellules dicaryotiques qui ont donc valeur de cellules carposporales. Le caractère sporal de ces dernières cellules est d'ailleurs mis en relief par la nécessité du froid lors de leur germination, laquelle conduit à la différenciation de l'asco-sporophyte ou eusporophyte (sensu CHADEFAUD, 1975), phase homologue du tétrasporophyte. La cryo-dépendance de la phase asco-sporophytique traduit donc une physiologie tout à fait particulière, qui vient se surajouter aux caractères cytologiques qui permettent de définir cette phase au cours du cycle de reproduction.

BIBLIOGRAPHIE

CHADEFAUD M., 1960 – Les végétaux non vasculaires (Cryptogamie), in CHADEFAUD M. & EMBERGER L. Traité de Botanique, T. 1, Masson, Paris.

CHADEFAUD M., 1975 – L'origine «para-floridéenne» des Eumycètes et l'archétype ancestral de ces champignons. *Ann. Sci. Nat. Bot.* 16: 217-247.

FAYRET J., 1967a – Cycle biologique naturel et in vitro, de *Gnomonia leptostyla* (Fr.)

Source : MNHN, Paris

Ces. et de Not. *C. R. Acad. Sci.*, sér. D, 265 : 908-911.

FAYRET J., 1967 b – Action de la température et de la lumière sur la multiplication asexuée et la reproduction sexuelle de *Gnomonia leptostyla* (Fr.) Ces et de Not. en culture pure. *C. R. Acad. Sci.*, sér. D, 265 : 1887-1900.

FAYRET J., 1970 – Hétérothallisme et développement des ascocarpes chez *Gnomonia leptostyla* (Fr.) Ces. et de Not. *C. R. Acad. Sci.*, sér. D, 270 : 1776-1779.

FAYRET J., 1971 – Mise en évidence, par spermatisation, du rôle fécondant des microconidies chez le *Gnomonia leptostyla* (Fr.) Ces. et de Not. *C. R. Acad. Sci.*, sér. D, 273 : 940-942.

FAYRET J., 1974 – Photo-inhibition de la formation des périthèces au cours de la morphogenèse sexuée chez *Gnomonia leptostyla* (Fr.) Ces. et de Not. *C. R. Acad. Sci.*, sér. D, 278 : 2909-2912.

FAYRET J. & PARGUEY-LEDUC A., 1975 – L'ontogénie des périthèces et les asques du *Gnomonia leptostyla* (Fr.) Ces. et de Not., *Ann. Sci. Nat. Bot.*, 16 : 17-42.

KEITT G.W. & LANGFORD M.H., 1941 – *Venturia inaequalis*. I. - A group word for genetic studies. *Amer. J. Bot.* 28 : 805-820.

LACOSTE L., 1963 – Action de la température et de l'éclairement sur la reproduction en culture pure de diverses espèces du genre *Leptosphaeria* Ces. et de Not. *C. R. Acad. Sci.* 256 : 2668-2671.

LEACH C.M., 1971 – Regulation of perithecium development and maturation in *Pleospora herbarum* by light and temperature. *Trans. Brit. Mycol. Soc.* 57 : 295-315.

ROSS R.G. & HAMLIN S.A., 1962 – Production of perithecia of *Venturia inaequalis* (Cke) Wint. on sterile apple leaf discs. *Canad. J. Bot.* 43 : 959-965.

SINGLETON J.R., 1953 – Chromosome morphology and the chromosome cycle in the ascus of *Neurospora crassa*. *Amer. J. Bot.* 40 : 124-144.

WILSON D.M., 1968 – Physiology of sexual reproduction in *Hypomyces solani* f. sp. *cucurbitae*. V. - Influence of tyrosinase on perithecial primordium formation. *Phytopathology* 58 : 1697-1699.

WILSON D.M. & BAKER R., 1969 – Physiology of production of perithecia and microconidia in *Hypomyces solani* f. sp. *cucurbitae*. *Trans. Brit. Mycol. Soc.* 53 : 229-236.

Source : MNHN, Paris

Source : MNHN, Paris

LE GENRE PULPARIA KARSTEN EN FRANCE

Espèces nouvelles ou critiques

par J. C. DONADINI *

RÉSUMÉ. — Cinq espèces de *Pulparia* dont *P. verrucispora* Donadini et Monier n. sp., sont décrites. L'auteur tente d'apporter un peu de lumière sur un genre où semble règner une certaine confusion. *Plicaria persoonii* leg. Lundell (PC) est en fait un vrai *Plicaria* qui prend le nom provisoire de *P. lundellii* Donadini n. sp. *ad interim*.

SUMMARY. — Five species of *Pulparia* are described : one of these, *P. verrucispora* Donadini and Monier is a *species nova*. The author tries to bring some light in a genus over which confusion rules. *Plicaria persoonii* leg. Lundell (PC) is a true *Plicaria* who takes temporary name *P. lundellii* Donadini n. sp. *ad interim*.

En 1972 KORF publie une clef des Discomycètes dans laquelle il indique que le genre *Pulparia* Karsten a été amendé par lui en 1971. Dans la publication citée nous n'avons pas trouvé de description du genre mais seulement des combinaisons nouvelles. En 1973 ces clefs ont été reprises dans un traité plus important. Nous reproduisons ici partiellement ces clefs :

« Order : Pezizales

Sub Order : *Pezizineae* Rehm emend. Rifai 1968

Family : *Pyronemataceae* Corda 1842 emend. Korf 1972

Apothecia usually small, discoid to cupulate, rarely stalked. Hairs present or absent. Ascopores smooth or variously sculptured, guttulate or eguttulate, hyaline or brown (uninucleate, rarely binucleate).

Subfamily : *ascodesmidoideae* Clements 1909 emend. Korf 1972

Ascospores with or brownish walls at maturity, or if hyaline the apothecium with definite violet to purple pigments (Ascospores uninucleate).

* 13400 La Penne/Huveaune.

Et : Laboratoire de Biologie Végétale, Lyon I.

Source : MNHN, Paris

Genus : *Pulparia* Karsten 1866 emend. Korf 1972

Apothecia small, not pustulate; ascopore spherical to ovoid, with one to several guttules, smooth, warted or reticulate. »

Les *Pulparia* que nous allons décrire sont *P. planchonis, P. ovalispora, P. verrucispora, P. persoonii* et *P. amethystina.* Nous avons récolté nous-même ces cinq espèces. Leur abondance relative nous a amené à choisir cet ordre de description. De plus celui-ci nous permet de regrouper, naturellement pensons-nous, les trois premières espèces d'une part et les deux dernières d'autre part. Nous développerons ce point de vue après la description des espèces citées.

Pulparia planchonis (Dunal) Korf et al. 1971

Planches en couleurs : *Peziza atroviolacea* Delile et *Peziza planchonis* Dunal (Institut de Botanique de Montpellier); *Plicaria planchonis* (Dun.) Boudier (*Bull. Soc. Myc. Fr.* 1887, 3 : 91); *Plicaria planchonis* (Dun.) Boudier par LAGARDE (*Bull. Soc. Myc. Fr.* 1911, 27, p. 39, fig. I *sub nomen Plicaria persoonii* (Crouan) Boudier); *Plicaria planchonis* (Dun.) Boudier (*Icones Mycologicae* II pl. 309). La planche de LAGARDE est la meilleure, à notre avis.

Description macroscopique

Apothécies grégaires ou dispersées, sessiles ou subsessiles, cupulées puis étalées-fendues vers la fin, à marge irrégulièrement crénelée, de 0,5 à 2 cm de diamètre, de couleur violet foncé presque noirâtre. Excipulum externe lisse ou finement furfuracé. Hyménium lisse - même à la loupe - violet foncé mais légèrement plus clair que l'extérieur de la coupe. Celle-ci laisse apparaître 4 couches : 1) l'hyménium violacé 2) le sub-hyménium violacé foncé 3) la «chair» lilacin foncé 4) l'excipulum ectal violacé foncé.

Description microscopique

Spores sphériques, de 8,5 à 12μm de diamètre, 11μm en moyenne, lisses, hyalines contenant une grosse guttule, en général excentrée, et d'autres guttules bien plus petites.

Asques non amyloïdes, cylindriques, amincis à la base, de 220-230 X 10-12μm, octospores.

Paraphyses plus longues que les asques de 30μm environ, septées, divisées une ou plusieurs fois à la base (à plus de 180μm du sommet), de 2,5 à 3μm de diamètre, plus ou moins régulièrement épaissies au sommet - jusqu'à 7μm - droites ou en crosse.

Chair : pour une épaisseur de 435μm, on peut distinguer 4 couches : hyménium 250μm, sous-hyménium 40μm, excipulum médullaire 65μm, excipulum ectal 80μm. Le sous-hyménium est composé d'hyphes cylindriques assez souvent divisées et très serrées (*textura intricata compacta*). L'excipulum médullaire

Source : MNHN, Paris

a une *textura intricata* analogue mais plus lâche comportant çà et là quelques éléments renflés. L'excipulum ectal comporte des cellules anguleuses globuleuses pouvant atteindre 35 X 14μm (*textura globulosa angularis*) à paroi épaisse (1,5μm); on y trouve également, souvent, des hyphes grêles cylindriques septées qui se terminent en «poils» émergeant de l'excipulum (jusqu'à 15 X 2,5-4μm). Il est à noter que les hyphes de l'excipulum médullaire et du sous-hyménium ont une orientation à peu près parallèle à la surface de l'hyménium tandis que les articles de l'excipulum ectal ont une orientation perpendiculaire. Un pigment violet partiellement extractible à l'eau, colore l'ensemble des éléments du champignon; il se trouve principalement concentré à l'extrémité des paraphyses, dans les asques immatures, dans le sous-hyménium et l'excipulum externe. Les asques mûrs contiennent des spores hyalines légèrement lilacines et quelquefois des globules violets. La sporée humide à froid est lilacine, mais la sporée, à chaud, est violacée.

Habitat

Champignon commun sur la terre nue ou moussue, au pied des chênes verts dans le Vaucluse, le Gard et les Bouches-du-Rhône.

Discussion

Le champignon dont nous avons donné la description est celui de DELILE, DUNAN, DE SEYNES, BARLA, BOUDIER, MAIRE, DE CROZALS et GRELET. Il est reconnaissable dans les descriptions que nous en donnent : - RIFAI, sous le nom de *Marcelleina atroviolacea* (op. cit.), - SEAVER ou HANLIN, sous le nom de *Lamprospora planchonis* (op. cit.). Par contre la description de ce champignon par ECKBLAD (op. cit.) et la photo d'une coupe qu'il nous en donne nous laissent perplexe; il décrit, en effet, un champignon dont l'excipulum semble être composé d'une seule couche mi-*textura globulosa* mi-*textura intricata*. Pour ne pas trahir l'auteur nous le citons : « Excipulum one layered, in the middle about 700μm thick. It gives the impression of being composed of *textura globulosa* intermixed with regular hyphae. Actually the excipulum is composed of densely interwined hyphae, a *textura intricata* of which many of the cells are strongly inflated». Il y a donc beaucoup plus de cellules globuleuses dans l'excipulum du champignon d'ECKBLAD et elles sont régulièrement réparties; les spores sont lisses ou «finely sculptured»; d'autre part ce champignon est d'origine nordique tandis que les autres échantillons proviennent de pays chauds ou tempérés (Midi de la France, Bretagne, Maroc, Géorgie, Bermudes, Indes et Australie). Nous nous demandons si l'espèce décrite en Norvège n'est pas une autre espèce, d'autant plus que son port semble un peu différent «. . . scutellate becoming convex. . .», proche de celui de *P. persoonii*.

La texture de l'excipulum externe de *P. planchonis* semble assez variable : *globulosa* dans l'espèce décrite par HANLIN, *globulosa angularis* dans celle de RIFAI plus *angularis* que *globulosa* dans la nôtre; il en est de même des poils pas toujours présents.

Source : MNHN, Paris

Pulparia ovalispora (Grelet) Donadini

Nous avons déjà présenté cette nouvelle combinaison dans un article intitulé : «Discomycètes de Provence» (op. cit.).

Planche : *Plicaria planchonis* var. *ovalispora* Grelet (*Bull. Soc. Myc. Fr.* 42, p. 203, pl. VIII, fig. 1-3).

Description macroscopique

Champignon ressemblant au précédent, généralement un peu plus clair donc jamais noirâtre mais d'un beau violet sombre. En général cette espèce reste cupulée.

Description microscopique

Spores ellipsoïdales à peu près lisses, 11-12,5 X 8-9μm, hyalines avec une ou deux grosses guttules à l'intérieur et quelques autres bien plus petites.

Asques cylindriques, 2-3μm, simples ou divisées une fois à la base, septées, s'épaississant au sommet jusqu'à 7,5μm, droites ou en crosse, plus grandes que les asques (250μm).

Chair : pour une coupe d'épaisseur 430μm nous avons noté : hyménium, 250μm; subhyménium, 30μm; excipulum médullaire, 80μm; excipulum ectal, 70μm. Nos mesures sont faites à mi rayon de la cupule. Le sous-hyménium et l'excipulum sont constitués par des articles analogues à ceux de *P. planchonis*; les cellules de l'excipulum ectal sont plus arrondies (*textura globulosa*), par exemple 25 X 20μm avec paroi de 1,5 à 2μm; celles de la marge sont anguleuses à l'intérieur et globuleuses à l'extérieur. Le pigment violet est fortement concentré dans l'excipulum médullaire - ce qui le rend presque opaque - et l'excipulum ectal; on le trouve également dans les asques, les spores et les paraphyses comme chez *P. planchonis*; le sous-hyménium paraît marron clair par transparence. Sporée analogue à celle de *P. planchonis*.

Habitat

C'est une espèce commune dans le Var, particulièrement dans l'île de Porquerolles et sur la presqu'île de Giens où DE CROZALS l'a récoltée pour la première fois. Dans les Bouches-du-Rhône elle est peu fréquente et semble absente ailleurs. Nous ne l'avons jamias rencontrée en compagnie de *P. planchonis* qui est d'ailleurs rare dans les endroits où *P. ovalispora* est abondante. *P. ovalispora* est peut-être liée aux conifères, pin d'Alep en particulier. Elle pousse en général sur la terre nue très humide quelquefois à l'abri des aiguilles de pins ou des touffes d'herbes.

Source : MNHN, Paris

Discussion

C'est une espèce voisine de *P. planchonis*; elles n'ont en commun que le caractère du genre; c'est pourquoi nous l'avons élevée au rang d'espèce.

Pulparia verrucispora Donadini et Monier n. sp.

C'est une espèce nouvelle dont nous avons déjà donné la description dans le *Bulletin de la Société Linnéenne de Provence* (op. cit.) sans donner de diagnose latine.

Description macroscopique

Apothécies toujours cupulées de 0,5 à 1,5 cm de diamètre, grégaires ou dispersées, d'un beau violet sombre quelquefois purpurin (1) à marge régulièrement crênelée, faiblement stipitées. La base du stipe est recouverte de filaments lilacins; elle n'est visible que lorsque le champignon est extrait de l'humus qui lui sert de support. Extérieur finement furfuracé avec quelques veines qui descendent le long du stipe. Hyménium lisse plus clair que l'excipulum. Une coupe longitudinale du champignon laisse apparaître trois couches : hyménium et sous-hyménium violet clair, excipulum médian violet foncé et excipulum externe plus clair. La chair du stipe est lilacin plus ou moins foncé à l'intérieur, violet foncé sur le pourtour.

Description microscopique

Spores incolores, sphériques, 9-12μm de diamètre, verruqueuses, à ornementation cyanophile, contenant une très grosse guttule ou une grosse guttule et plusieurs autres petites. L'ornementation est nettement visible en coupe optique.

Asques 230-250 X 12μm, non amyloïdes, octospores.

Paraphyses cylindriques, septées divisées à la base ou simples, de diamètre 3μm régulièrement épaissies jusqu'au sommet (3,5-5μm) droites ou à peine courbées, granuleuses.

Chair : Dans une coupe d'une épaisseur totale de 500μm, à mi cupule, on peut distinguer l'hyménium lilacin 240μm, le sous-hyménium 60μm, l'excipulum médian 130μm et l'excipulum externe 70μm. Le sous-hyménium est composé d'hyphes ascogènes très serrées de 2μm environ, peu colorées (*textura intricata*). Dans l'excipulum médullaire, on rencontre des hyphes cylindriques ou allantoïdes très souvent divisées - *textura intricata compacta* - de diamètre 4 à 7μm pour des longueurs de 15 à 45μm. L'excipulum ectal comporte des cellules anguleuses à l'intérieur arrondies vers l'extérieur (*textura globulosa angularis*). Plus près du stipe les cellules deviennent globuleuses (*textura globu-*

(1) Le champignon prend momentanément cette teinte ou devient rougeâtre quand il est placé dans le formol.

Source : MNHN, Paris

losa) de diamètre moyen 15-20µm mais pouvant atteindre 35µm. Le tomentum clair de la base du stipe est constitué d'hyphes cylindriques ponctuées incrustées ayant de 5,5 à 8µm de diamètre. Les articles des hyphes longs de 30 à 130µm se rétrécissent au niveau des raccords non bouclés; quelquefois les hyphes présentent des renflements mais elles sont rarement divisées; quelques unes sont anastomosées.

Habitat

Très abondant dans l'humus de cèdres et de buis au mois de septembre ou d'octobre; forêt du petit Lubéron, commune de Bonnieux, Vaucluse; terrain calcaire décalcifié, altitude 500m environ.

Diagnose latine : *Pulparia verrucispora*, Donadini et Monier nov. sp.

Apothecia gregaria vel sparsa, margine crenata 0,5-1 cm lata, subsessilia vel brevi stipitata, intus et extus purpurea. Apothecii secti hymenium purpureum 500µm; subhymenium 60µm, textura intricata compacta, hyphis 2-3µm; excipulum medullare 130µm, textura intricata subcompacta, hyphis cylindratis vel allantoidis; excipulum externum 70µm, textura globulosa angularis, cellulis 15-20µm. Asci operculati, octosporidei, ad basim gradatim attenuati, iodo non caerulescentes 230-250 × 12µm; ascosporae globosae, verrucosae lilacinae, uniguttulatae 9-12µm. Paraphyses 3µm non, vel basim, ramosae, septatae, lilacinae, ad apicem, usque ad 5µm, inflatae. In humo cedri, forêt domaniale de Bonnieux, petit Lubéron, Alt. 500m (12.10.75). *Typus in herbario* JC.D. *sub no 676-75. Isotypus in PC sub nomen Pulparia verruscispora.*

Pulparia persoonii (Crouan) Korf et al.

Description macroscopique

Réceptacle de 4 à 8mm de diamètre pratiquement plan, pulviné convexe même, à la fin. Hyménium violet foncé, d'aspect papillé à la loupe. Excipulum externe lilacin foncé donc plus clair que l'hyménium. Chair épaisse, molle. Dans l'ensemble le champignon a l'aspect et la consistance d'un *Ascobolus*.

Description microscopique

Spores incolores, sphériques, de diamètre 10-12µm, réticulées à ornementation cyanophile, contenant une grosse guttule.

Asques non amyloïdes, cylindriques, atténués à la base, 200-230 × 12-13µm.

Paraphyses cylindriques, 2,5-3µm, septées, divisées à la base seulement, lilacines et à peine élargies à l'extrémité supérieure, souvent courbée en crosse, rarement droite.

Source : MNHN, Paris

Chair : subhyménium à *textura intricata compacta*. Excipulum médullaire à *textura intricata* avec cellules renflées. Excipulum ectal à *textura globulosa angularis* (cellules globuleuses jusqu'à 20 μm et cellules pyriformes à la surface jusqu'à 32 × 18 μm).

Pigment violet terne semblant absent des spores et des asques; on le trouve quelquefois aussi dans une espèce de «gel» engluant les paraphyses.

Habitat

Sur terre nue très humide, au bord des ruisseaux à la fin de l'hiver en plaine (Var), au début de l'automne en montagne (Alpes de Haute Provence), toujours après de grosses pluies, en compagnie de *Mycolachnea hemisphaerica*; n'est pas rare, mais passe très facilement inaperçu (quatre récoltes dont deux accidentelles); est peut-être lié à une mousse.

Pulparia amethystina (Quélet) Donadini nov. comb.

Basionyme : *Humaria persoonii* (Crouan) variété *amethystina* Quélet. (Quelques espèces critiques ou nouvelles de la Flore mycologique de France : XIVe supplément, *Association Française pour l'avancement des Sciences* 1885 p., pl. 12, fig. 21.)

Description macroscopique

P. amethystina diffère de *P. persoonii* par sa couleur beaucoup plus claire, lilacin améthyste à violet clair. L'excipulum externe est encore plus clair.

Description microscopique

Spores sphériques incolores 10-13 μm épineuses (voir photo au stereoscan dans «Discomycètes de Provence» (op. cit.)) contenant une grosse guttule.

Asques d'environ 200-210 × 13-14 μm.

Paraphyses analogues à celles de *P. persoonii* mais un peu plus larges en haut jusqu'à 5 μm, plus claires.

Chair analogue à celle de *P. persoonii*.

Habitat

Nous n'en connaissons qu'une station où il pousse au printemps pas très loin et en même temps que *P. persoonii*, sur un terrain analogue.

Source : MNHN, Paris

Conclusion

Donnons la description de KARSTEN pour *Pulparia arctica* (monotype de *Pulparia*) :

«*Apothecia caespitose aggregata caesia. Cupula planiscula nec concaviuscula cum stipite brevi crassa obconica, latit. circiter 1,5 mm. Asci cylindracei, longit. circiter 180 mm (pars sporif. 80-84 mm), crass. 11-13 mm. Paraphyses graciles, flexuosae crass. circiter 1 mm. Hab. Ad lignum putridum salinum in saliceto uliginoso prope oppid Kola versu flumen Tuloma, die 27 mensis julii 1859 legimus*».

Il place son genre dans la sous-famille de *Pezizae*, pas très loin du genre *Ascobolus*.

Nous sommes convaincu que le genre *Pulparia* tel que l'a redéfini KORF est artificiel. A notre avis, dans le genre *Pulparia*, au sens de KARSTEN, il faut mettre *P. arctica, P. persoonii, P. amethystina* et dans un genre voisin (ou non) - que l'on nommerait *Greletia* (1) par exemple - on placerait *P. planchonis, P. ovalispora* et *P. verrucispora*.

Voyons d'abord les points communs à ces deux groupes :

– Asques ne bleuissant pas dans le Melzer (critère négatif; il y a beaucoup d'autres genres dans ce cas).

– Structure de chair analogue : *structura intricata compacta* pour le subhyménium, *structura intricata* pour l'excipulum médullaire - plus lâche chez *P. persoonii* et *P. amethystina* - *structura globulosa angularis* ou *globulosa* pour l'excipulum externe. Cette structure rapproche le genre *Pulparia* du genre *Plicaria*; à part le bleuissement des asques, on pourrait faire rentrer des Discomycètes comme *Plicaria pseudo-planchonis* Batra dans le genre *Pulparia* ou faire le contraire, ce qu'avaient fait BOUDIER et GRELET. On pourrait, à la limite, y inclure le genre *Geopyxis* qui a la même structure de chair. Les spores ne sont pas un critère puisqu'il y en a de rondes et d'elliptiques.

Le pigment violet : il semblerait évident, pour un «mycologue de terrain» que nous ayons en fait deux pigments violets; celui qu'on trouve chez *P. planchonis* violet plus ou moins purpurin - un beau violet - se rapproche du pigment de l'encre violette «Waterman»; dans le fixateur de Bouin-Hollande, il garde pratiquement sa teinte primitive. Le pigment de *P. persoonii* est violet terne (absence de rouge?); il est décomposé ou entièrement extrait par le même fixateur; le champignon devient alors jaune pâle. KORF semble penser qu'il s'agit de pigments analogues.

Différences macroscopiques. – *P. planchonis* est cupulé comme un *Geopyxis* tandis que *P. persoonii* est ascobolimorphe. L'hyménium est lisse chez le premier, «ruguleux» chez le second. Il en est de même pour la couleur, plus vive chez

(1) En hommage à l'abbé Grelet qui semble avoir été l'un des premiers à bien «entendre» ces espèces.

Source : MNHN, Paris

le groupe *planchonis* - d'un beau violet pour un champignon fortement éclairé - terne dans le groupe *persoonii*, violacé grisâtre dans les mêmes conditions.

Différences microscopiques. – Les spores sont lilacines dans le groupe *planchonis*, sporée lilacin clair à violacée; incolores dans le groupe *persoonii*, sporée blanche. Le pigment est présent dans les asques de *P. planchonis*, pas dans ceux de *P. persoonii*. Une croûte violacée enduit souvent les paraphyses de *P. persoonii*; ce n'est pas le cas pour *P. planchonis*. La texture de chair semble plus lâche chez *P. persoonii*. La microscopie électronique semble indiquer qu'il y a deux types de spores : celles qui ont une ornementation «arrondie» : *P. planchonis*, *P. ovalispora* et *P. verrucispora* et celles dont l'ornementation est «anguleuse» : aiguillons tronqués chez *P. amethystina* (voir Discomycètes de Provence) et réseau chez *P. persoonii*. Il se pourrait que les spores de *P. planchonis* et de *P. ovalispora* soient parfaitement lisses, les plis observés étant dus à la contraction d'une couche de la paroi sporale; en fait lorsqu'on observe ces spores dans l'eau en jouant sur la profondeur de champ du microscope «photonique», on peut apercevoir sur leur surface des «ombres» qui pourraient bien être ces plis. Par contre, ces spores semblent parfaitement lisses dans le bleu lactique. Le processus de formation de l'ornementation des spores n'est peut-être pas le même dans les deux groupes. Le *P. persoonii* provenant de l'herbier de BOUDIER est bien le même que celui que nous récoltons (voir spores sur pl. I, f et 2, a, b). Nous pensons que la confusion première est due à Boudier qui n'a jamais récolté lui-même ces champignons : *P. persoonii* lui a été envoyé de Meurthe et Moselle et *P. planchonis* provenait du midi de la France. CROUAN décrit son *Ascobolus persoonii* «Réceptacles de 1 à 2 cm, brun violet à la surface, blanchâtre en dessous et pourvu de nombreuses fibres radiculaires blanches, bord entier sublobé, hyménium plan, convexe à maturité. . .» Macroscopiquement cette description convient parfaitement à un *Pseudo-ascoboleae* et CROUAN l'a «logiquement» placé à côté des *Ascobolus*.

Il y a peut-être ici matière à révision du genre avec des moyens d'investigation modernes :

- chromatographie sur plaque et mesure du RF des pigments;
- coupe ultra fine des spores pour étudier les parois;
- cultures; étude des noyaux des articles du mycélium et des jeunes spores.

Nous ferons remarquer que le genre *Gyromitra* Fries *emend.* Harmaja (1969) est bien plus homogène que le genre *Pulparia* et qu'il est loin d'être adopté par tout le monde. La mode est ce qu'elle est. . . Il faut éviter de pulvériser les genres mais il ne faut pas rassembler à tout prix. Nous sommes d'accord pour placer *P. persoonii* à côté de *Ascodesmis sphaerospora* mais nous sommes gêné d'y mettre aussi *P. planchonis*. Notre pratique du terrain s'y oppose.

Lorsque nous avons étudié les *Pulparia* du Muséum d'Histoire Naturelle de Paris, nous avons découvert un *Plicaria persoonii* envoyé par LUNDELL en 1940 (*Plicaria persoonii* sur terre brûlée 10.9.40; Sweden (Smaland, Femsjo parish); leg. Lundell).

Source : MNHN, Paris

Il s'agit en fait d'un *Plicaria* qui nous est inconnu; nous lui donnons le nom provisoire de *Plicaria lundellii* n. sp. ad interim.

Apothécies grégaires ou dispersées, cupulées de 0,5 à 1 cm de diamètre, sessiles à hyménium marron noirâtre à sec - mais que nous présumons être violacé sombre sur le frais, à cause de la confusion qui a été faite - dessous, brun jaunâtre plus ou moins furfuracé, poussant sur de la terre brûlée ou des morceaux de charbon de bois plus ou moins enfouis. La chair est mince et ne dépasse pas 0,5 mm.

Caractères microscopiques. – Spores sphériques, verruqueuses (ornementation en piliers au sens de J. Perreau, cyanophile) contenant une grosse guttule et plusieurs autres bien plus petites 10,5-12,5μm. Asques cylindriques un peu atténués en bas, bleuissant nettement à l'iode surtout autour de l'opercule 200-220 X 12μm, octospores, dilatées par les spores. Paraphyses septées, peu ou pas divisées, cylindriques, grêles (2μm) peu épaissies au sommet (4μm), fuligineuses un peu plus longues que les asques; un gel marron enduit leurs extrémités (caractéristique des *Plicaria*).

Chair. – Une coupe à mi cupule donne, pour une épaisseur totale de 450μm environ : hyménium brun jaunâtre au niveau des spores 230μm; excipulum médullaire plus sous-hyménium jaunâtre clair à *textura intricata* 150μm; excipulum ectal plus foncé à *textura globulosa-angularis* 60-80μm.

Nous tenons à remercier M. J. P. Bossy qui a réalisé les clichés des photographies au microscope électronique à balayage du Laboratoire de Géologie du Muséum. Nous remercions également M. le Professeur Laffitte et Melle D. Noel grâce à qui nous avons pu nous servir de ce matériel.

BIBLIOGRAPHIE

BATRA L. R., 1960 – *Plicaria pseudoplanchonis. Mycologia* 52 : 667.

BERTHET P., 1963 – Le nombre de noyaux dans la spore et son intérêt pour la systématique des Discomycètes operculés. *C. R. Acad. Sc. Paris* 256 : 5185-5186.

BOUDIER J. L., 1887 – Notice sur les Discomycètes figurés dans les dessins inédits conservés à la Faculté de Montpellier. *Bull. Soc Myc. Fr.* 3 : 92.

BOUDIER J. L., 1905-1910 – *Icones mycologicae ou iconographie des champignons de France*, p. 11, pl. 308-309.

BOUDIER J. L., 1097 – *Discomycètes d'Europe*, nouv. éd. Asher 1968.

BOUDIER J. L., 1911 – Note sur le *Plicaria planchonis* (Dun.) Boudier. *Bull. Soc. Myc. Fr.* 27 : 328.

Source : MNHN, Paris

BRUMMELEN J. van, 1967 – A world monograph of the genera *Ascobolus* and *Saccobolus* (Ascomycetes, Pezizales). *Persoonia* (Suppl.) 1 : 1-260.

COOKE M. C., 1879 – *Mycographia seu Icones fungorum* Part I, London.

CROUAN P. L. & CROUAN H. M., 1867 – *Florule du Finistère*, frontisp : 1-31, Brest.

DENNIS R. W. G., 1968 – *British Ascomycetes.* Cramer, London.

DE SEYNES J., 1886 – *Rech. Veget. Inf.* III, p. 84.

DONADINI J. C., 1975 – Discomycètes de Provence. *Bull. Soc. Linn. Provence Marseille Thiers* 28 : 69-92.

ECKBLAD F. E., 1968 – The genera of Operculate Discomycètes. *Nytt. magasin for botanikk* 15, 1-2 : 1-91.

GRELET L. J., 1926 – Discomycètes nouveaux. *Bull. Soc. Myc. Fr.* 42 : 203, pl. VIII, fig. 1-3.

GRELET L. J., 1932-1951 – Les Discomycètes de France d'après la classification de Boudier. *Bull. Soc. Bot. Centre ouest* 6 : 6-7.

HANLIN R. T., 1965 – *Lamprospora planchonis* from Georgia. *Mycologia* 57 : 131-134.

HARMAJA H., 1969 – A wider and more natural concept of the genus *Gyromitra* Fries. *Karstenia* 9 : 9-12.

KARSTEN P. A., 1871 – *Bidr. Kann. finl. nat. Folk* 19 : 1-264.

KORF R. P., 1971 – Some new Discomycetes names. *Phytologia* 21 : 201-207.

KORF R. P., 1972 – Synoptic key to the genera of Pezizales. *Mycologia* 64 : 937-994.

KORF R. P., 1973 – Discomycètes et Tubérales. *The Fungi*, G. C. Ainsworth et al, New York.

LAGARDE M. J., 1911 – Note sur le *Plicaria planchonis* (Dun.) Boudier. *Bull. Soc. Myc. Fr.* 27 : 39-43.

LE GAL M., 1947 – Recherches sur les ornementations sporales des Discomycètes operculés. *Ann. Sc. Nat.* (Bot.) XI, 8 : 73-297.

LE GAL M., 1953 – Les Discomycètes de l'herbier Crouan. *Rev. Myc.* 18 : 73-132.

MAIRE R., 1914 – *Plicaria planchonis. Mycotheca Boreali-Africana* n° 198.

PHILLIPS W., 1893 – *British Discomycetes* 2e ed., Kegan, Trench and Co, London.

QUÉLET L., 1885 – Quelques espèces critiques ou nouvelles de la Flore mycologique de France. *Ass. fr. avanc. Sc.* Grenoble : 14e suppl., p. 451.

RIFAI M. A., 1968 – *The Australian Pezizales in the herbarium of the Royal Botanic garden. Amsterdam, p. 75.*

SACCARDO P. A., 1889 – *Sylloge fungorum hucusque cognitorum Patavii.* Vol. 8.

SEAVER F. J., 1914 – A preliminary study of the genus *Lamprospora. Mycologia* 6 : 5-24.

SEAVER F. J., 1942 – *The North American Cup-fungi (Operculates).* Suppl. Edit. Hafner Pub. Co, N. Y. 1961, 399 p.

Source : MNHN, Paris

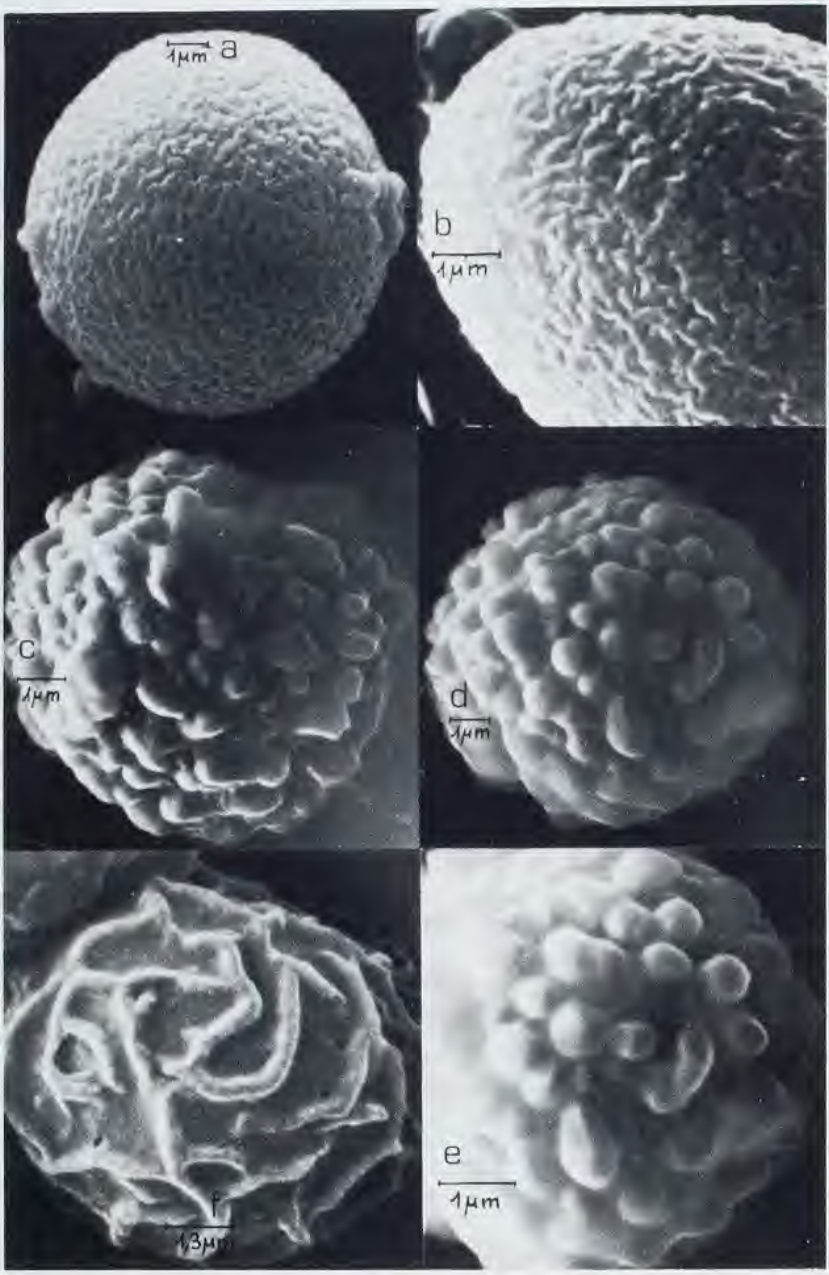


Planche I. — Spores observées au microscope électronique à balayage. a : *Pulparia planchonis*; b : *Pulparia ovalispora* (détail); c, d : *Pulparia verrucispora*; e : *Pulparia verrucispora* (détail); f : *Pulparia persoonii*, Herbier Boudier. Clichés Lab. Géologie, Muséum.

Source : MNHN, Paris

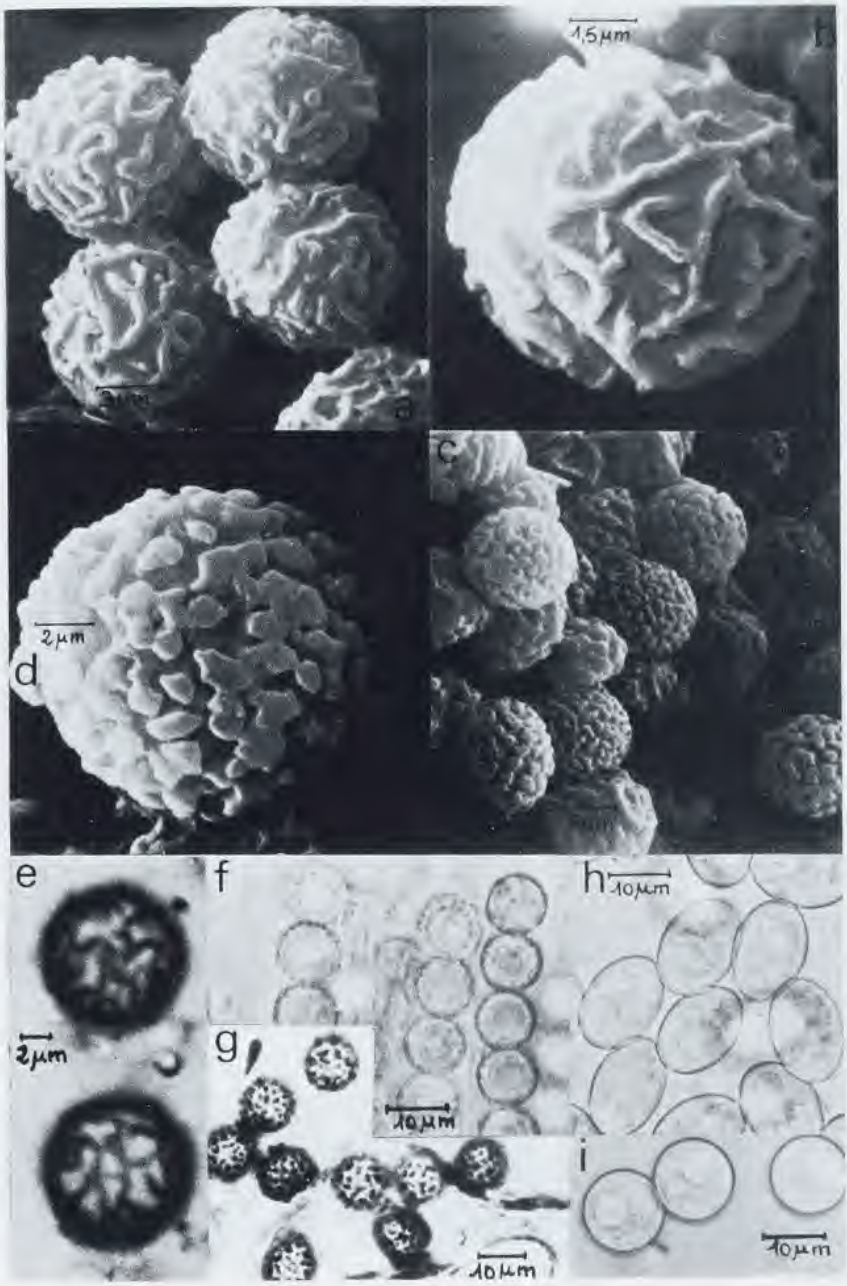


Planche II. — Spores. a, b: *Pulparia persoonii*, récolte personnelle, stereoscan; c, d: *Plicaria lundellii (persoonii)*, stereoscan; e: *Pulparia persoonii* (coton bleu lactique); f: *Plicaria lundellii*, coupe optique (eau); g: *Plicaria lundellii* (bleu coton lactique); h: *Pulparia ovalispora*, coupe optique (eau); i: *Pulparia planchonis*, coupe optique (eau).

Source : MNHN, Paris

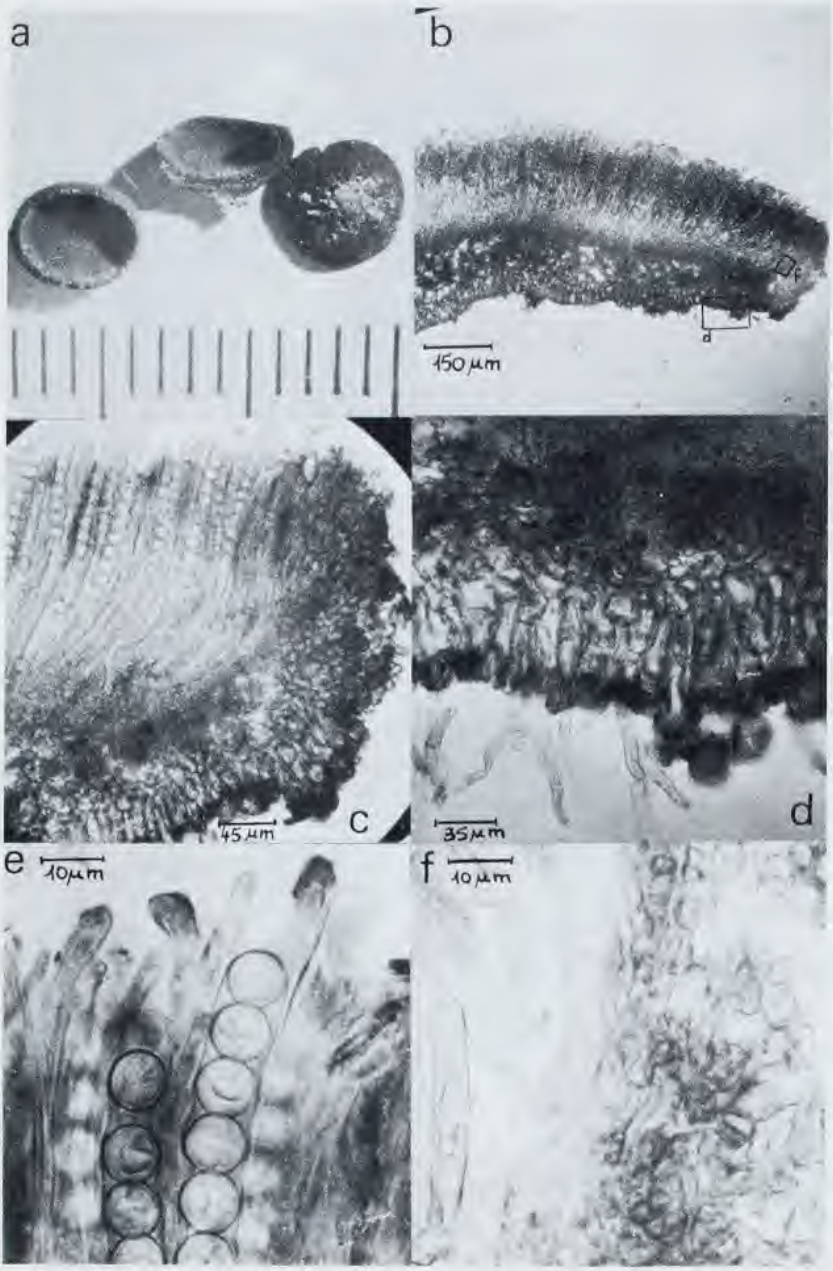


Planche III — *Pulparia planchonis.* (montage et observation dans l'eau) a: exemplaires adultes; b: coupe de la marge; c: détail de la marge; d: excipulum ectal et «poils»; e: asques et paraphyses; f: jeune asque, sous-hyménium et excipulum interne sur la marge.

Source : MNHN, Paris

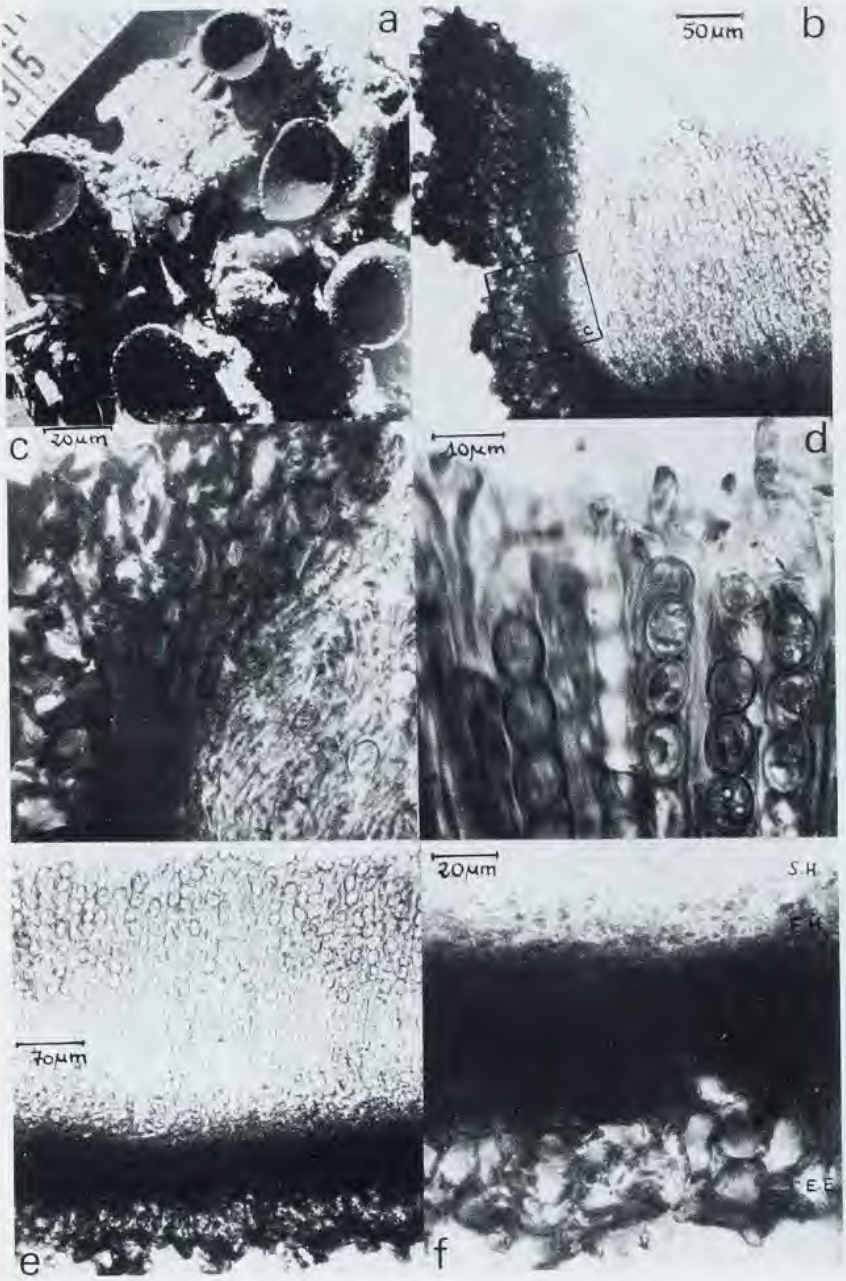


Planche IV. — *Pulparia ovalispora* (montage et observation dans l'eau) a: exemplaires adultes; b: coupe de la marge; c: détail de b: en noir, fin de *textura intricata* et passage longitudinal à *textura globulosa angularis*; d: asques et paraphyses; e: coupe à mi rayon; f: détail de la chair, SH: sous-hyménium, EM: excipulum médullaire, EE: excipulum externe (de haut en bas).

Source : MNHN, Paris

Planche V. — *Pulparia verrucispora.* a: exemplaires adultes; b: exemplaires adultes in situ; c: jeunes exemplaires, stipe et tomentum de la base; d: section droite de l'apothecium (avec indication des parties détaillées dans la Planche VI: c, d, e, f); e: coupe de la marge (a, b, détails dans la Pl. VI); f: section droite à mi-rayon (voir d); g: spores, coupe optique (bleu lactique; h: spores avec ornementation colorée (bleu coton lactique); i: spores, coupe optique (eau).

Source : MNHN, Paris

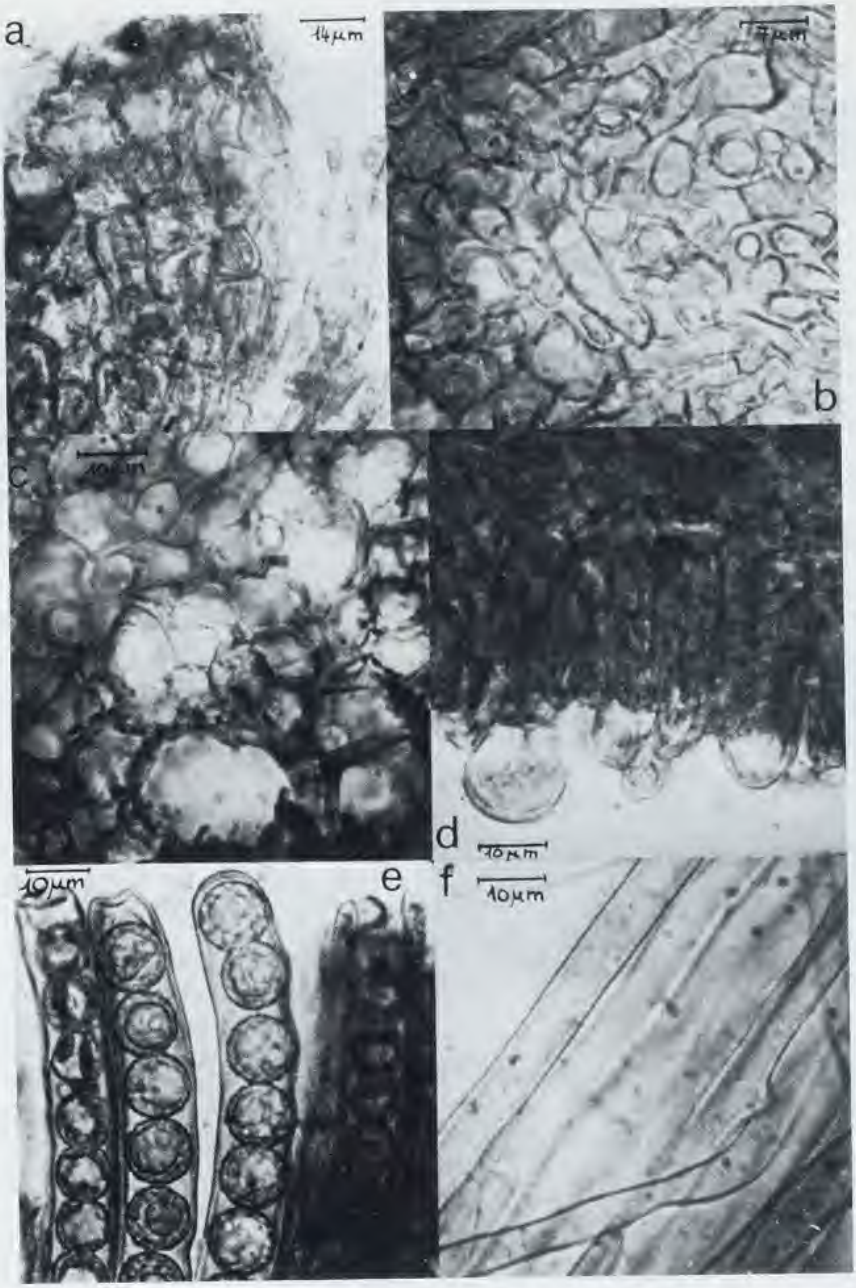


Planche VI. — *Pulparia verrucispora.* a: *Textura globulosa angularis* (détais de Pl. V, e); b: Excipulum médullaire: *textura intricata* (détail de Pl. V, e); c: *Textura globulosa* de l'excipulum ectal près du stipe (voir Pl. V, d); d: *Textura globulosa angularis* de l'excipulum ectal à mi-rayon de l'apothecium (voir Pl. V, d); e: Asques et paraphyses; f: «Poils» du tomentum en coupe optique (détail de Pl. V, d).

Source : MNHN, Paris

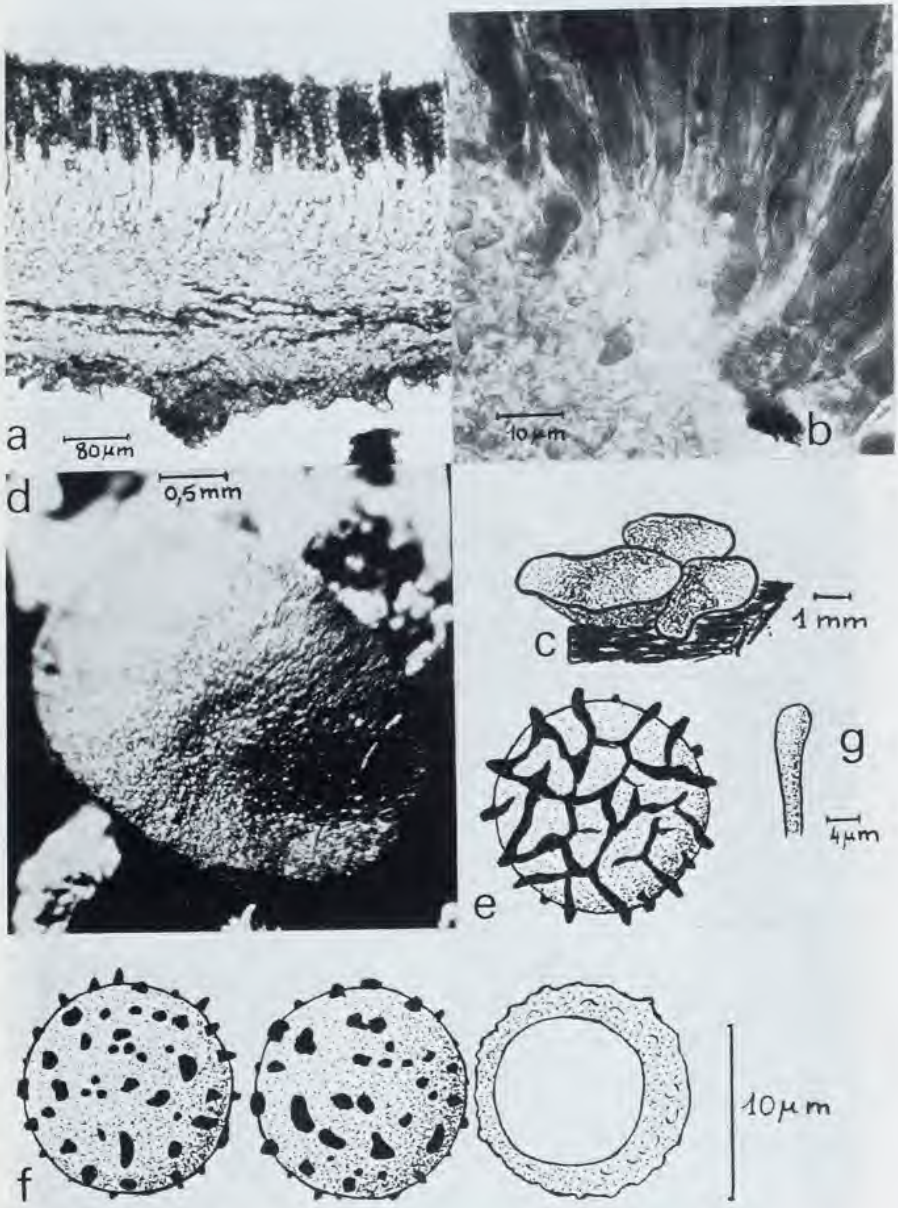


Planche VII. — *a: coupe de Plicaria lundellii* (eau); b: sous-hyménium et base d'asques (Melzer); c: schéma de *P. lundellii* d'après exsiccata P.C.; d: *Pulparia persoonii*; e: spore de *Pulparia persoonii* (bleu lactique); f: spore de *Pulparia verrucispora* (bleu lactique, coupe optique dans l'eau); g: article terminal d'une paraphyse de *P. lundellii*.

Source : MNHN, Paris

SPHACELOMA CORYLI Spec. Nov. SUR NOISETIER (CORYLUS AVELLANA L.)

par I. VEGH et M. BOURGEOIS *

RÉSUMÉ. — Une description est donnée in vivo et in vitro du *Sphaceloma coryli* spec. nov., champignon observé dans le sud de la France sur Noisetier (*Corylus avellana* L.).

En août 1965 et 1966, le Service de la Protection des Végétaux de la circonscription de Toulouse (1) nous faisait parvenir, en provenance d'une culture du département du Tarn, des échantillons de Noisetiers (*Corylus avellana* L.) sur lesquels nous avons constaté la présence d'un *Sphaceloma* (BOURGEOIS & VEGH, 1967).

SYMPTOMES DE LA MALADIE

La maladie se manifestait en fin juillet sur différentes variétés et évoluait lentement aux dépens de divers organes du Noisetier (feuilles, pousses florifères et fruits : cupules, akènes).

Sur les feuilles, les jeunes lésions apparaissent à la face inférieure du limbe, principalement sur la nervure médiane et plus rarement sur la partie internervaire, sous forme de petites taches brunes, rougeâtres, bientôt allongées (de 1-2 X 2-4 mm), bordées de marron ou de pourpre, tandis que le centre clair est déprimé. Les tissus morts peuvent se détacher en laissant des trous.

Sur les pousses florifères femelles, les jeunes lésions sont semblables à celles des feuilles; elles évoluent par la suite en petits chancres un peu déformants.

(1) Nous remercions M. DANGUY pour les échantillons de plantes malades qu'il a bien voulu nous faire parvenir à plusieurs reprises.

* Station centrale de Pathologie Végétale, Centre national de Recherches agronomiques, I.N.R.A., 78000 Versailles.

Source : MNHN, Paris

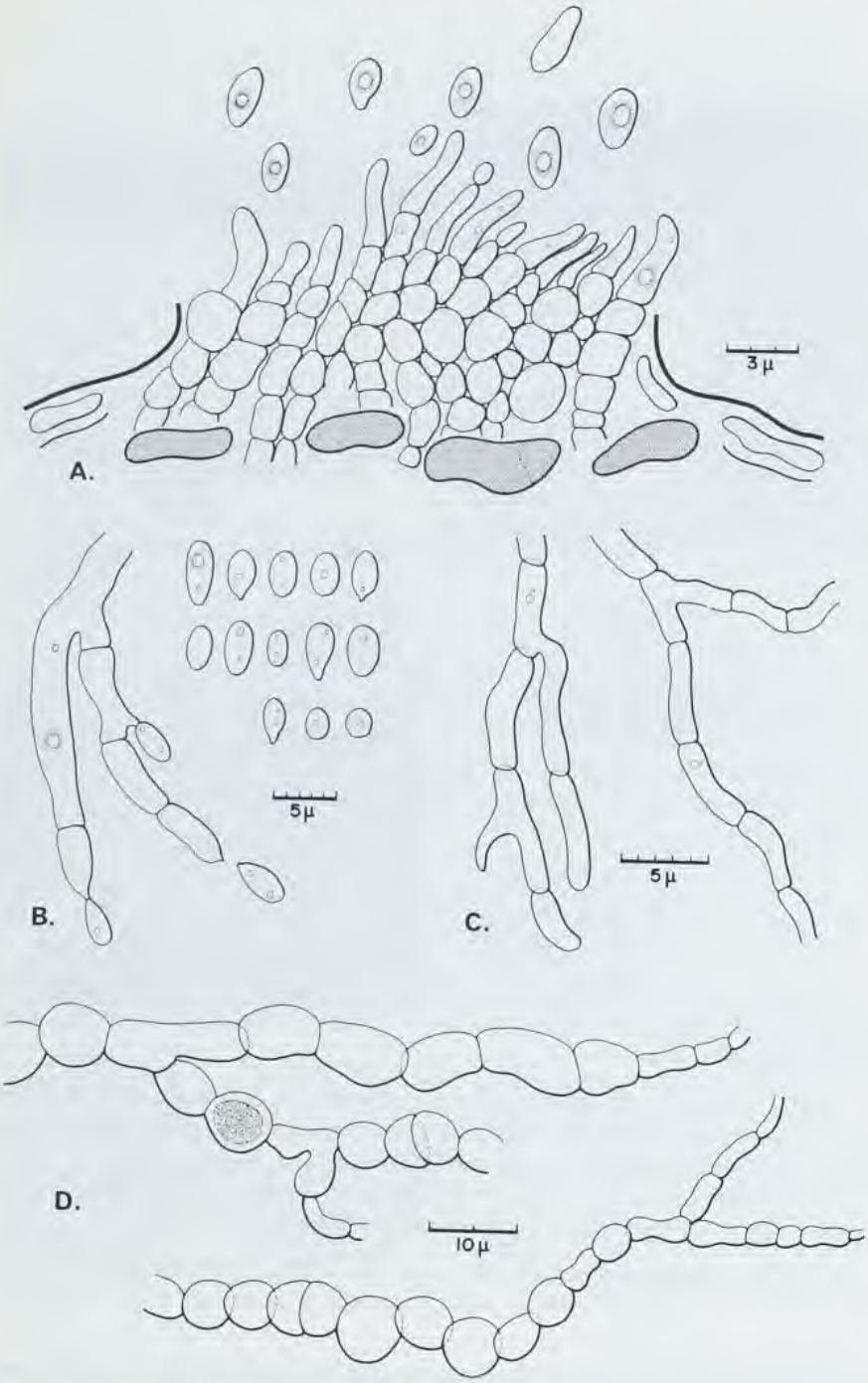


Fig. 1. — Morphologie de *Sphaceloma coryli* Végh et Bourgeois.

A : Coupe transversale dans un stroma conidifère sur feuille (nervure) de *Corylus avellana* L. B : Conidies et conidiophores obtenus sur Maltea Moser à 1% gélosé. C : Filaments mycéliens aériens obtenus sur milieu gélosé à base de carotte. D : Mycélium intramatriciel produit sur milieu gélosé à base de carotte.

Source : MNHN, Paris

Sur les bractées formant la cupule (à la face externe), on observe des petites taches déprimées, éparses ou confluentes, arrondies à ovales (1-5 mm de diamètre), à centre clair, bordé de brun rouge; elles sont entourées d'une couche liégeuse bien visible surtout à la loupe (Pl. I, A) et peu distinctes à la face interne de la bractée.

Sur les akènes (noisettes), les lésions peu nombreuses, semblables aux précédentes, et visibles surtout sur la partie apicale du fruit (Pl. I, B), restent assez superficielles et n'atteignent pas la couche lamelleuse du péricarpe. Toutefois, sous l'action parasitaire du champignon, l'amande ne se forme pas ou reste petite, ridée, desséchée.

CARACTERES DU CHAMPIGNON

a) In vivo

Sur ces divers organes végétaux, les taches nécrotiques ne portaient que peu de masses stromatiques stériles. En les plaçant en atmosphère humide, nous avons obtenu en abondance des acervules typiques, des conceptacles acervuliformes ou, plus souvent, des amas sporodochioïdes, contenant des conidies (fig. 1, A).

Des coupes pratiquées dans une lésion, au niveau d'un conceptacle, montrent un mycélium végétatif cylindrique, très cloisonné, à paroi lisse d'abord incolore puis devenant jaunâtre, dont les articles renferment plusieurs gouttelettes lipidiques; subcuticulaire puis intraépidermique après la mort des cellules parenchymateuses, il pénètre plus profondément en cheminant entre ou à travers les cellules. A un stade plus avancé, il s'agglomère sous l'épiderme ou à l'intérieur des cellules parenchymateuses pour former un stroma pseudo-parenchymateux et conidifère devenant érumpent par l'éclatement de la cuticule. Ces conceptacles conidiens se présentent sous forme de minuscules disques en cercles concentriques, grisâtres puis jaune clair ou foncé suggérant l'aspect de gouttelettes de miel; ils varient de 30 à 90μm et ceux de la nervure foliaire sont plus petits que ceux des cupules.

Le stroma basal de l'appareil conidifère, constitué de cellules polygonales ou oblongues, à paroi jaunâtre, renfermant une à plusieurs grosses vacuoles, produit, en surface, une couche dense de conidiophores accolés, droits ou légèrement courbés, à paroi incolore ou brun clair notamment à leur base, non ramifiés, pointus ou arrondis à l'extrémité, simples ou divisés par 1-4 cloisons, pourvus ou non de gouttelettes et mesurant 11,0-26,0 $\times$ 1,5-4,5 μm.

Les conidies sont acrogènes, ovoïdes, cylindro-oblongues ou subglobuleuses, incolores, simples, sans ou avec 1-2 vacuoles réfringentes et mesurent 1,7-5,0 $\times$ 1,5-3,2 μm. Certaines d'entre elles sont capables de bourgeonner.

Source : MNHN, Paris

Source : MNHN, Paris

Nous n'avons pas observé de périthèces sur les échantillons examinés, ni sur ceux ayant hiverné dans les conditions naturelles.

b) In vitro

1. Description des colonies

L'étude des caractères culturaux a été effectuée sur quatre milieux gélosés à 21°C. Les boîtes de Pétri en verre ont été ensemencées en leur centre avec une minuscule gouttelette de spores. Nous ne donnons ici que les observations faites sur une culture déjà bien développée.

Au 30ème jour de culture, tant à la lumière qu'à l'obscurité, les colonies sont à contour grossièrement arrondi, plus ou moins bombées, atteignant 3-4 mm d'épaisseur au centre et d'une consistance compacte et élastique (Pl. 1, C). Les caractères différentiels sont notés dans le tableau 1.

La lecture du tableau permet de noter, outre la morphologie, la croissance mycélienne très faible, bien que normale pour les *Sphaceloma* en général, légèrement favorisée par la lumière ainsi que la sporulation.

Les fructifications conidiennes sont d'abord isolées puis deviennent confluentes pouvant recouvrir presque toute la surface supérieure de la culture. L'accumulation des conidies, dont la morphologie est un peu modifiée (fig. 1, B), constitue une mince couche mucilagineuse.

Les filaments mycéliens sont parfois légèrement constrictés au niveau des cloisons (fig. 1, C) et leur diamètre varie, sur milieu carotte gélosé, entre 1 et 4 μm. De nombreux renflements arrondis, ovoïdes, polygonaux ou irréguliers, unicellulaires, ou plus rarement pourvus de deux ou trois cloisons, à paroi souvent épaisse sont présents dans la gélose (fig. 1, D). Ces organes mesurent 5-10 X 4-7 μm.

2. Germination des conidies

L'étude de la germination a été réalisée à 19°C sur eau gélosée à 2% en boîte de Pétri. Les spores ont été mises en suspension dans l'eau permutée stérile, à la concentration de 4000 conidies/mm^3. Le pourcentage de germination a été établi chaque fois sur 300 conidies.

Planche 1. — A : Lésions caractéristiques dues à *Sphaceloma coryli* Végh et Bourgeois observées à la loupe sur cupule de noisette. B : Taches de *Sphaceloma coryli* Végh et Bourgeois sur noisette. C : Culture de *Sphaceloma coryli* Végh et Bourgeois produite sur milieu gélosé à base de carotte après 30 jours d'incubation (21°C, lumière alternée).

(2) La souche de référence est déposée au CBS, à Baarn, sous le n° 275.76.

Source : MNHN, Paris

Tableau 1. — Caractères culturaux et vitesse de croissance mycélienne du *Sphaceloma Coryli* Végh et Bourgeois sur substrats nutritifs gélosés après 30 jours de culture (les couleurs sont précisées par un numéro à l'aide du « Code universel des couleurs » de SEGUY).

	Maltea Moser 2 %	Carotte	Richards	Czapek
LUMIERE (2,500 lux, 16 h par 24 h)	Face supérieure : bord lobé, surface entièrement plissée (fig. 4), plis sinueux à tendance radiaire vers le bord, quasi-totalité de la surface violet pourpré clair (PL. III, 44), couronne périphérique d'environ 2 mm brun de garance (PL. XLVI, 686) plus claire au bord, Sporulation : abondante en couche mince mucilagineuse, mate. Revers : centre plat ou creux, couleur brun de garance (PL. XLVI, 686). Diamètre moyen : 14 mm.	Face supérieure : morphologie identique à celle sur Maltea Moser, couleur dominante mauve pourpré clair (PL. I, 15), couronne de 1 à 3 mm chamois clair (PL. XVII, 249). Sporulation : moins abondante que sur Maltea Moser. Revers : surface creusée ça et là de crevasses et anfractuosités, couleur chamois clair (PL. XVII, 249). Diamètre moyen : 21 mm.	Face supérieure : plis peu nombreux et grossiers seulement au centre, mauve pourpre clair (PL. I, 157), pourtour composé de grosses protubérances, plus ou moins soudées entre elles, ocre jaune (PL. XV, 213), colonie à bord aussi épais que le centre. Sporulation : moins abondante que sur Maltea Moser. Revers : creusé de cavités, centre mauve pourpré clair (PL. I, 15), pourtour ocre jaune (PL. XV, 213). Diamètre moyen : 10 mm.	Face supérieure : nombreux plis entrelacés et large marge ; couleur dominante ocre jaune (PL. XV, 213) et quelques plis, les plus au centre, rose clair (PL. XVII, 255), gélose affaissée en un mince sillon ceinturant la colonie. Sporulation : faible. Revers : cavité centrale peu prononcée, couleur chamois orangé (PL. XVII, 249). Diamètre moyen : 11 mm.
OBSCURITE	Face supérieure : plis grossiers, non à tendance radiaire au bord, couleur dominante gris noisette (PL. IX, 134), s'atténuant vers le bord en jaune glauque clair (PL. XVII, 249). Sporulation : moins abondante qu'à la lumière. Revers : plat, couleur dominante gris noisette (PL. IX, 134) et tache ou anneau central plus foncé. Diamètre moyen : 12 mm.	Face supérieure : morphologie identique à celle sur Maltea Moser obscurité, couleur dominante rose (PL. IX, 130), couronne 1 à 3 mm chamois (PL. XVII, 250). Sporulation : moins abondante qu'à la lumière. Revers : identique à celui de la lumière, couleur gris brun (PL. XLVII, 702, 703). Diamètre moyen : 16 mm.	Face supérieure : centre à plis rares ou absents, mauve pourpré clair (PL. I, 15), pourtour à protubérances typiques moins nombreuses et hérissées de minuscules verrues, ocre jaune (PL. XV, 213). Sporulation : moins abondante qu'à la lumière. Revers : identique à celui à la lumière, mais couleur unique ocre jaune, (PL. XV, 213). Diamètre moyen : 9 mm.	Face supérieure : morphologie identique à celle sur lumière mais sillon dans gélose à peine distinct, centre ocre jaune (PL. XV, 213) parsemé de lilas très clair (PL. I, 5), marge ocre jaune clair (PL. XV, 214). Sporulation : faible. Revers : faible décollement central plus clair que la teinte générale chamois orangé (PL. XVII, 249). Diamètre moyen : 10 mm.

Source : MNHN, Paris

A la lumière continue, on observe déjà 10% de germination au bout de 4 heures et 95% après 24 heures d'incubation, contre 94% à l'obscurité.

A la lumière, on constate au bout de 2 heures un minuscule renflement à peine perceptible. Quatre heures après l'ensemencement, le renflement s'allonge et devient nettement visible, plus ou moins sphérique ou en massue, le plus souvent apical, rarement latéral, ne dépassant guère 1 μm dans sa plus grande largeur (fig. 2, A). Après 24 heures d'incubation (fig. 2, B), environ la moitié des spores présente un bourgeonnement apical formé de 2 articles dont la largeur maximale est légèrement inférieure à celle de la spore, le quart montrant un bourgeonnement également apical mais à un seul article; les bourgeonnements latéraux sont rares. Le reste des germinations se répartit en types variés tels que : bifurcation du bourgeon, double germination apicale opposée (bourgeon au filament trapu), filament cylindrique apical à diamètre se situant entre 1 et 1,5 μm, renflé en massue à l'extrémité.

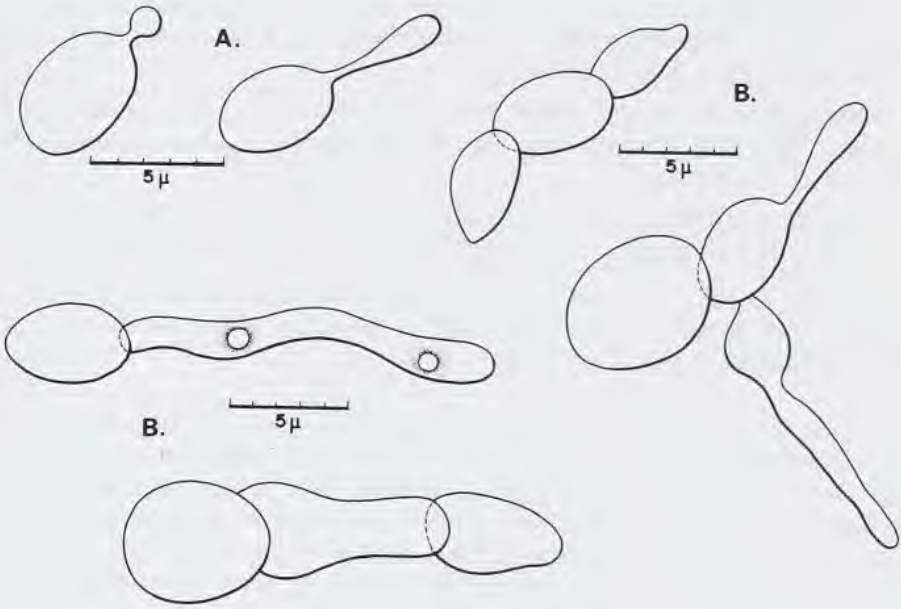


Figure 2. — Germination des conidies de *Sphaceloma coryli* Végh et Bourgeois sur eau gélosée à 2%, à 19°C et à la lumière continue après 4 heures (A) et 24 heures d'incubation (B).

TAXINOMIE ET NOMENCLATURE

Les caractères symptomatologiques culturaux et microscopiques du champignon correspondent parfaitement à ceux du genre *Sphaceloma* de Bary *emend.*

Source : MNHN, Paris

Jenkis et Bitancourt (1941). A notre connaissance, aucune espèce de ce genre n'a été décrite sur cet hôte.

Actuellement, la taxinomie des espèces de *Sphaceloma* est basée essentiellement sur des caractères biologiques (hôtes). L'utilisation de ce seul caractère est vraisemblablement insuffisante. La systématique de ces organismes devrait tenir compte de l'ensemble des études comparées concernant leur morphologie, leur physiologie et leur spécificité parasitaire. Faute d'un tel travail de synthèse, nous estimons être en présence d'une espèce nouvelle à laquelle nous attribuons la diagnose latine suivante :

Sphaceloma coryli Végh et Bourgeois spec. nov.

Parvae maculae foliorum depressae, elongatae, hypophyllae, praeservim in nervi media, margine spadicea vel purpinea, mediae pallidae 1-2 X 2-4 µm. Similis in virgultum floriferis feminis. In fructibus cupula et achenae maculae ejusdem coloris sed rotundae vel ovatae, 1-5 m latae.

Conceptaculis acervuliformibus rotundis vel ovatis semiglobatis singularibus vel catervatum dispositis, saepe in circulos concentricos murinellis, dein pallide vel obscure luteis, 30-90 µm latis.

Conidiophoris rectis vel leviter curvatis, tunica hyalina vel inserne pallide brunneis haud ramosis simplicibus vel 1-4 septis divisis, acutis vel summis hebetibus 11-26 X 1,5-4,5 µm.

Conidiis acrofluibus, ovatis, cylindro-oblongis, subglobosis, hyalinis, simplicibus, sine vel 1-2 vacuolis, 1,7-5 X 1,5-3,2 µm, quibusdam gemmantibus.

In foliis, cupulis vivis et Coryli avellanae L. *in Gallia,* (Tarn) VIII 1965 *et* 1966. *Typus in Herb.* «Station Centrale de Pathologie Végétale du C.N.R.A., 78000 Versailles, France», n° 11001.

Il faut noter qu'en France on trouve deux *Gloeosporium* (donc du point de vue systématique assez voisins des *Sphaceloma*) sur Noisetier : *G. coryli* (Desm.) Sacc. (= *Monostichella coryli* (Desm.) v. Höhn.) et *Gloeosporium* sp. (GROSCLAUDE, 1974). Les symptômes induits par ces deux organismes ainsi que leurs caractères morphologiques diffèrent cependant de ceux de notre *Sphaceloma*. Par ailleurs, parmi les *Gloeosporium* décrits sur cette plante dans la littérature, seul le *G. perexiguum* Sacc., observé en France sur feuilles (1880), présente des caractères biométriques semblables à ceux de *S. coryli*. Cependant, ARX (1970) n'a pas trouvé sur l'échantillon-type un champignon dont les caractères auraient pu correspondre à ceux de *G. perexiguum*. De ce fait, l'étude comparée de ces deux champignons était impossible.

(3) La diagnose latine a été rédigée par Monsieur H. ROMAGNESI que nous remercions vivement.

Source : MNHN, Paris

BIBLIOGRAPHIE

ARX J. A., 1970 — A revision of the Fungi classified as *Gloeosporium*. J. Cramer ed., Lehre, p. 154.

BOURGEOIS M., VEGH I., 1967 — Anthracnose du Noisetier (*Sphaceloma* sp.) in VIENNOT-BOURGIN G., Les champignons parasites des arbres fruitiers à noyau, Ponsot éd., Paris.

GROSCLAUDE C., 1974 — Le déssèchement des bourgeons et des rameaux de Noisetier provoqué par un *Gloeosporium*. *Pomol. fr. Lyon* 16 : 105-107.

JENKINS A. E., BITANCOURT A. A., 1941 — Revised description of the genera *Elsinoe* and *Sphaceloma*. *Mycologia* 33 : 338-340.

SEGUY E., 1936 — *Code universel des couleurs*, Lechevalier éd., Paris.

Source : MNHN, Paris

Source : MNHN, Paris

LES URÉDINÉES DE COTE D'IVOIRE. II. (1)

par J.-M. YEN *

RÉSUMÉ. – Description de seize espèces d'Urédinées de Côte d'Ivoire, récoltées par M. G. GILLES, dont quatre espèces nouvelles : *Aecidium cuvierae* Yen et Gilles, sur *Cuviera macroura; Aecidium enydrae* Yen et Gilles, sur *Enydra fluctuans; Uredo geophiliana* Yen et Gilles, sur *Geophila obvallata* et *Uredo picreicola* Yen et Gilles, sur *Picreus polystachyus* Yen et Gilles.

Aecidium cuvierae Yen et Gilles, nov. sp. (Fig. 1, C-F)

Sur les feuilles de *Cuviera macroura* (Rubiacée), à Grand-Bassam (entre Grand Bassam et Bonoua), Côte d'Ivoire, 16 fév. 1974, leg. G. GILLES (Parasites Côte d'Ivoire n° 105).

Ce champignon présente seulement le stade I. Les macules sont irrégulièrement orbiculaires, isolées, dispersées, parfois un peu confluentes, jaune brunâtre avec des contours brun noir à l'état sec, mesurant 2-12 mm de diamètre.

Les écidies, strictement hypophylles, se forment à la face inférieure de la macule foliaire; elles sont dispersées sans ordre mais contiguës, très serrées les unes contre les autres, bordées par un péridium, en cupules régulières, largement ouvertes (225-275 μm de diamètre), atteignant, avec la déchirure prononcée de l'enveloppe péridiale, 500-700 μm de diamètre. Le péridium, très développé, largement ouvert et retourné, est constitué de cellules fusiformes-losangées (vues de profil), atténuées aux deux extrémités, fortement et longuement échinulées au sommet, tandis que la base est prolongée du côté externe par un bec lisse et prononcé; la paroi externe, épaisse de 1-1.5 μm, est lisse; la paroi interne, plus épaisse (2-2.5 μm), est fortement échinulée, avec des épines très longues et disposées en lignes irrégulières (vues de la face interne : Fig. 1, E).

(1) Les Urédinées de Côte d'Ivoire. I., *Rev. de Mycol.* 40 : 1976.

* Laboratoire de Cryptogamie, M.N.H.N., 12 rue de Buffon, 75005 Paris.. – L.A. n° 257 (C.N.R.S.).

Source : MNHN, Paris

Les cellules péridiales mesurent 26-36 X 13-19μm (vues de profil) (Fig. 1, F).

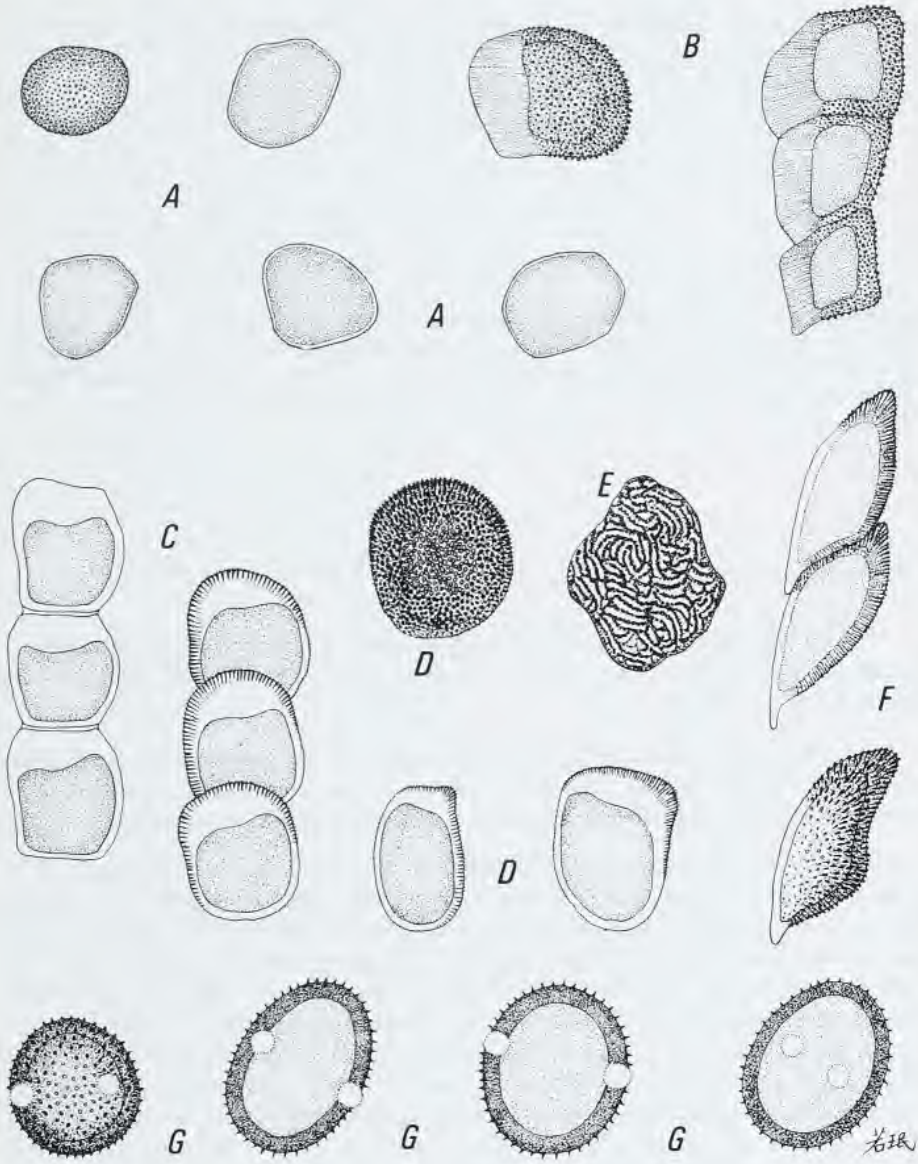


Fig. 1. — *Aecidium enydrae* Yen et Gilles (A et B) : A, Écidiospores; B, Cellules péridiales. *Aecidium cuvierae* Yen et Gilles (C-F) : C, Chaîne d'écidiospores; D, Écidiospores; E, Cellule péridiale (vue de la face interne); F, Cellules péridiales (vue de profil). *Uredo picreicola* Yen et Gilles (G) : G, Urédospores.

Source : MNHN, Paris

Les écidiospores sont subglobuleuses, ovoïdes ou irrégulièrement polygonales, hyalines ou jaune-brunâtre pâle, fortement échinulées au sommet, finement et légèrement verruqueuses (presque lisses) à la base, à paroi assez mince (1.5-2μm) mais beaucoup plus épaisse au sommet (3-6μm); elles mesurent 19-25 X 13-20μm (Fig. 1, C et D).

Aucun *Aecidium* n'ayant encore été signalé, à notre connaissance, sur les plantes-hôtes appartenant au genre *Cuviera*, nous considérons cette espèce comme nouvelle, avec la diagnose suivante :

Aecidium cuvierae. Maculis orbicularibus, sparsis, rarius confluentibus, flavido-brunneis, 2-12 mm diam. Aecidiis hypophyllis, cupulatis, margine recurvato-laceratis, dense aggregatis, 225-275μm diam. Cellulis peridii hyalinis, rhomboido-fusiformibus, 26-36 X 13-19μm, ad apicem valide echinulatis, basi levibus; pariete interiore echinulato, 2-2,5μm crasso; pariete exteriore leve, 1-1.5μm crasso. Aecidiosporis subglobosis, ovoideis vel irregulariter polygonalibus, hyalinis vel pallide flavido-brunneis, ad apicem valide echinulatis inferne levissime verruculosis (ferme levis) 19-25 X 13-20μm; membrana hyalina vel pallide flavido-brunnea, 1.5-2μm crassa, ad apicem 3-6μm crassa.

Habitat in foliis vivis Cuvierae macrourae, Grand-Bassam, Côte d'Ivoire, 16 fév. 1975, leg. G. GILLES (P.C.I. N° 105).

Aecidium enydrae Yen et Gilles nov. sp. (Fig. 1, A et B).

Sur feuilles d'*Enydra fluctuans* (Composée), à Dabou, Côte d'Ivoire, 17 fév. 1974, leg. G. GILLES (P.C.I. N° 104).

Les macules sont indistinctes. Les écidies, strictement hypophylles, sont groupées régulièrement en petites colonies arrondies, profondément incluses dans les tissus de la feuille parasitée, à base concave, de teinte jaunâtre, mais blanchâtre à l'état sec, de 150-275μm de diamètre.

Le péridium, très développé, largement ouvert, est constitué de cellules presque cubiques, mais souvent plus larges que hautes, hyalines, imbriquées. La paroi externe de ces cellules atteint 4-9μm d'épaisseur; elle est finement striée. La paroi interne,assez épaisse (2-3μm), porte de nombreuses petites verrues. Les cellules péridiales mesurent 12-20μm de haut sur 14-25μm de large (Fig. 1, B).

Les écidiospores sont hyalines, irrégulièrement ovoïdes, globuleuses ou polyédriques, isolées ou restant agglutinées en chaînes courtes, à paroi mince, finement verruqueuses et mesurent 15-20 X 10-17μm, ou 13-18μm de diamètre lorsqu'elles sont globuleuses (Fig. 1, A).

Aucun *Aecidium* n'ayant encore été décrit, à notre connaissance, sur des plantes-hôtes appartenant au genre *Enydra*, nous considérons ce champignon comme nouveau, avec la diagnose suivante :

Source : MNHN, Paris

Aecidium enydrae. Maculis indistinctibus. Aecidiis hypophyllis, in series minutis aggregatis, pallide flavidis, cupulatis, 150-275µm diam. Cellulis peridii cuboideis, hyalinis, firme conjunctis, 12-20µm altis, 14-25µm latis; pariete exteriore striato, 4-9µm crasso; pariete interiore verruculoso, 2-3µm crasso. Aecidiosporis irregulariter ovoideis, globosis vel polyangulatis, 15-20 X 10-17µm vel 13-18µm diam.; membrana hyalina, 0.5-1µm crassa, minute verruculosa.

Habitat in foliis vivis Enydrae fluctuandis, Dabou, Côte d'Ivoire, 17 fév. 1974, leg. G. GILLES (P.C.I. N° 104).

Aecidium hibisci-surrattensis Mayor et Vienn.-Bourg. (*Bull. Soc. Myc. Fr.* 67 : 131, 1951).

Sur feuilles d'*Hibiscus surrattensis* (Malvacée), au Pont de Mossou, Côte d'Ivoire, 19 jan. 1974, leg. G. GILLES (P.C.I. N° 61).

Ce champignon ne présente que le stade I. Les écidies sont toujours à la face inférieure du limbe. Les écidiospores sont globuleuses, subglobuleuses ou un peu anguleuses, de teinte subhyaline ou légèrement jaunâtre, finement verruqueuses-ponctuées; elles mesurent 14-16 X 12-15µm.

Les cellules péridiales sont hyalines et mesurent 16-25 X 14-18µm. La membrane externe, épaisse de 3-7µm, est lisse; la paroi interne, sensiblement plus mince (2µm), est ornée de petites verrues denses.

MAYOR et VIENNOT-BOURGIN (1951) ont signalé, en Côte d'Ivoire, un *Aecidium hibisci-surrattensis* Mayor et Vienn.-Bourg. parasite des feuilles de l'*Hibiscus surrattensis*. D'après la description de ces auteurs, les caractères systématiques de cet *Aecidium* sont tout à fait comparables à ceux de notre récolte.

Aecidium mitracarpi Syd. (*Ann. Mycol.* 10 : 79, 1912)

Sur feuilles de *Mitracarpum verticillatum* (= *M. scaber*, Rubiacée), à Dabou, Côte d'Ivoire, 3 fév. 1974, leg. G. GILLES (P.C.I. N° 81).

VIENNOT-BOURGIN (1953) a signalé, en Côte d'Ivoire, l'existence de ce champignon parasite des feuilles du *Mitracarpum verticillatum*; d'après sa description et ses dessins, les caractères systématiques de cet *Aecidium* sont analogues à ceux de notre récolte.

Aecidium tylophorae Mayor et Vienn.-Bourg. (*Bull. Soc. Myc. Fr.* 67: 132, 1951).

Sur feuilles de *Tylophora conspicua* (Asclépiadacée), en Forêt du Téké, Côte d'Ivoire, 24 fév. 1974, leg. G. GILLES (P.C.I. N° 106).

Source : MNHN, Paris

Ce champignon ne présente que les stades 0 et I. Les spermogonies ont été observées surtout à la face inférieure du limbe; elles sont jaune-brunâtre, arrondies et mesurent 100-125μm de diamètre.

Les macules sont jaune-brun, aux contours très flous, irrégulièrement arrondies et souvent confluentes. Les écidies sont hypophylles, le plus souvent groupées en colonies irrégulières, jaune-blanchâtre; elles mesurent 150-250μm de diamètre.

Les écidiospores sont globuleuses, subglobuleuses, ovoïdes ou polygonales, mesurant 14-20 X 11-15μm. Les cellules péridiales sont hyalines, mesurant 22-32 X 14-22μm; leur paroi externe est lisse, finement striée, de 4-8μm d'épaisseur; la paroi interne est fortement verruqueuse, de 2-3.5μm d'épaisseur.

Tous ces caractères, macroscopiques et microscopiques, de notre récolte, correspondent bien avec la diagnose de l'*Aecidium tylophorae* que MAYOR et VIENNOT-BOURGIN (1951) ont signalé en Côte d'Ivoire.

Hemileia deightonii Syd. (*Ann. Mycol.* 35 : 247, 1973)

Sur feuilles de *Voacanga africana* (Apocynacée), à Dabou, Côte d'Ivoire, 3 fév. 1974, leg. G. GILLES (P.C.I. N° 87).

VIENNOT-BOURGIN (1958) a décrit ce champignon parasite des feuilles du *Voacanga africana* en Côte d'Ivoire. L'auteur rapporte ce champignon à l'*Hemileia deightonii* Syd. en raison de l'aspect très comparable des sores hypophylles, de leur structure, de leur mode de formation et enfin de la nature des urédospores qui constituent le seul stade évolutif connu. En effet, le mode de formation des sores de ce champignon a été bien confirmé par GOPALKRISHNAN (1951) comme le «subepidermal type», dont *Hemileia evansii* Syd. est le représentant. Les urédospores de *H. deightonii* Syd. mesurent 23-30 X 17-20μm.

Hemileia harunganae Cumm. (*Bull. Torrey bot. Club* 70 : 522, 1943)

Sur feuilles d'*Harungana madagascariensis* (Hypéricacée), en Forêt du Téké, Côte d'Ivoire, 24 fév. 1974, leg. G. GILLES (P.C.I. N° 110).

CUMMINS (1943) a signalé, en Ouganda, un *Hemileia harunganae* Cumm. parasite des feuilles de l'*Harungana madagascariensis*. Plus tard, en Guinée, VIENNOT-BOURGIN (1959) a décrit ce champignon sur des feuilles de la même Hypéricacée, et sur *Vismia guineensis*. Récemment (1970), nous avons également trouvé, au Gabon, cette espèce parasite des feuilles de *Harungana madagascariensis*. C'est, par conséquent, un champignon très répandu en Afrique.

Source : MNHN, Paris

Phakopsora desmium (Berk. et Br.) Cumm. (*Bull. Torrey bot. Club* 72: 206, 1945).

Sur feuilles de *Gossypium* sp. (Malvacée), à Dabou, Côte d'Ivoire, 3 fév. 1974, leg. G. GILLES (P.C.I. N° 79).

Ce champignon ne présente que le stade II. Les sores à urédospores sont généralement hypophylles ou parfois épiphylles. Les paraphyses puissantes, arquées, hyalines, enserrent l'amas d'urédospores. Les urédospores sont ovoïdes ou ellipsoïdes, de teinte brunâtre, à membrane mince (1.5-2μm), finement et densément échinulées, dépourvues de pores germinatifs; elles mesurent 24-33 X 15-18μm.

VIENNOT-BOURGIN (1953) a signalé, en Côte d'Ivoire, l'existence de ce champignon parasite des feuilles de *Gossypium barbadense* et de *G. aridum*.

Physopella fici (Cast.) Arth. (*Rés. Sci. Congr. Bot. Vienne* 338, 1906)
= *Kuehneola fici* Butl. (*Ann. Myc.* 12 : 76, 1914)
= *Cerotelium fici* Arth. (*Bull. Torr. bot. Cl.* 44 : 509, 1917)

Sur feuilles de *Ficus exasperata* (Moracée), à Dabou, Côte d'Ivoire, 3 fév. 1974, leg. G. GILLES (P.C.I. N° 82).

Ce champignon ne présente que le stade II. Récemment (1973), nous avons signalé, au Gabon, l'existence de cette Rouille parasite des feuilles du *Ficus exasperata*. VIENNOT-BOURGIN (1958), en Côte d'Ivoire, a décrit ce champignon parasite du *Ficus exasperata*, sous la dénomination de «*Cerotelium fici* Arth.».

Puccinia kampalensis Cumm. (*Bull. Torrey bot. Club.* 72: 213, 1945).

Sur feuilles d'*Aspilia africana* (Composée), au Pont de Mossou, Côte d'Ivoire, 19 janv. 1974, leg. G. GILLES (P.C.I. N° 59); sur la même plante-hôte, à Grand-Bassam, Côte d'Ivoire, 16 fév. 1974, leg. G. GILLES (P.C.I. N° 102).

Ce champignon ne présente que les stades II et III qui apparaissent à la face inférieure du limbe. Les sores à urédospores sont déhiscents, de teinte brun roux, tandis que les sores à téleutospores sont toujours punctiformes, de teinte jaune pâle. Les urédospores sont caractérisées par deux pores germinatifs en position équatoriale.

CUMMINS (1945) a signalé, en Ouganda, ce champignon parasite des feuilles du *Wedelia oblonga*. Plus tard, VIENNOT-BOURGIN (1953), en Côte d'Ivoire, a récolté ce parasite sur plusieurs espèces d'*Aspilia (A. latifolia, A. angustifolia, A. helianthoides* et *A. rudis)*.

Source : MNHN, Paris

Puccinia lateritia Berk. et Curt. (*Journ. Acad. Phila.* II, 2 : 281, 1853)
= *Puccinia spermacoces* B. et C. (*Grevillea* 3 : 53, 1874)
= *Puccinia bakoyana* Pat. et Har. (*Journ. de Bot.* 1900, p. 237)
= *Puccinia houstoniae* Syd. (*Hedw.* 1901, p. 126)
= *Micropuccinia lateritia* (B. et C.) Arth. et Jackson (*Bull. Torrey bot. Club* 48 : 41, 1921)

Sur feuilles de *Borreria verticillata* (Rubiacée), en forêt de l'Abbé (50 km au Nord d'Abidjan), Côte d'Ivoire, 27 jan. 1974, leg. G. GILLES (P.C.I. N° 70); sur la même plante-hôte, à Grand-Bassam, 9 fév. 1974, leg. G. GILLES (P.C.I. N° 91).

MAYOR et VIENNOT-BOURGIN (1951) et VIENNOT-BOURGIN (1953, 1959) ont signalé successivement l'existence de ce champignon en Côte d'Ivoire, parasite sur *Borreria ramisparsa*, sous la dénomination «*Puccinia bakoyana* Pat. et Har.». Cet auteur (1959) affirme que «le *Puccinia bakoyana* peut être tout au plus considéré comme une forme africaine du *Puccinia lateritia* B. et C. répandu sur le continent américain».

Nous avons étudié de nouveau les échantillons de *Puccinia bakoyana* Pat. et Har. (soit parasite de *Spermacoce* sp. et identifié par HARIOT en 1899, soit parasite de *Borreria* sp. et déterminé par VIENNOT-BOURGIN en 1956) et ceux de *Puccinia lateritia* B. et C. (tantôt parasite des feuilles de *Borreria laevis*, identifié par Eug. MAYOR en 1910, tantôt parasite de *Borreria verticillata*, déterminé par J.C. ARTHUR en 1915), et nous n'avons pas trouvé microscopiquement de différences sensibles entre ces échantillons. En conséquence, tous ces parasites appartiennent à une seule espèce : *Puccinia lateritia* B. et C.; le *Puccinia bakoyana* Pat. et Har. doit être mis en synonymie avec le *Puccinia lateritia* B. et C.

D'après ARTHUR (1922, 1962), *Puccinia lateritia* B. et C. peut parasiter onze genres différents de la famille des Rubiacées : *Borreria, Bouwardia, Coccocypselum, Crusea, Diodella, Diodia, Ernodea, Houstonia, Mitracarpus*, et *Spermacoce*.

Puccinia philippinensis Syd. (*Ann. Mycol.* 4 : 32, 1906)

Sur feuilles de *Cyperus distans* (Cypéracée), à Adiopodoumé, Côte d'Ivoire, 4 janv. 1974, leg. G. GILLES (P.C.I. N° 41).

Ce champignon ne présente que le stade II. Les urédospores sont hypophylles, globuleuses, subglobuleuses ou ovoïdes, de teinte brun cannelle, finement et lâchement verruqueuses-échinulées, à membrane assez mince (2-3μm) et mesurent 19-23 X 16-20μm ou 18-20μm de diamètre lorsqu'elles sont globuleuses. Les pores germinatifs sont au nombre de deux, en position équatoriale.

Récemment, nous avons décrit, de Malaisie (1970) et des Philippines (1974), ce champignon parasite des feuilles de *Cyperus distans* et de *Cyperus rotundus*.

Source : MNHN, Paris

En outre, nous (1973) avons signalé, au Gabon, la présence du *Puccinia cyperitagetiformis* (P. Henn.) Kern, également parasite des feuilles du *Cyperus distans*; mais ce *Puccinia* diffère de *Puccinia philippinensis* Syd., en particulier par la membrane hyaline qui couvre la partie supérieure des urédospores, comme l'ont signalé KERN (1919) et YEN (1970).

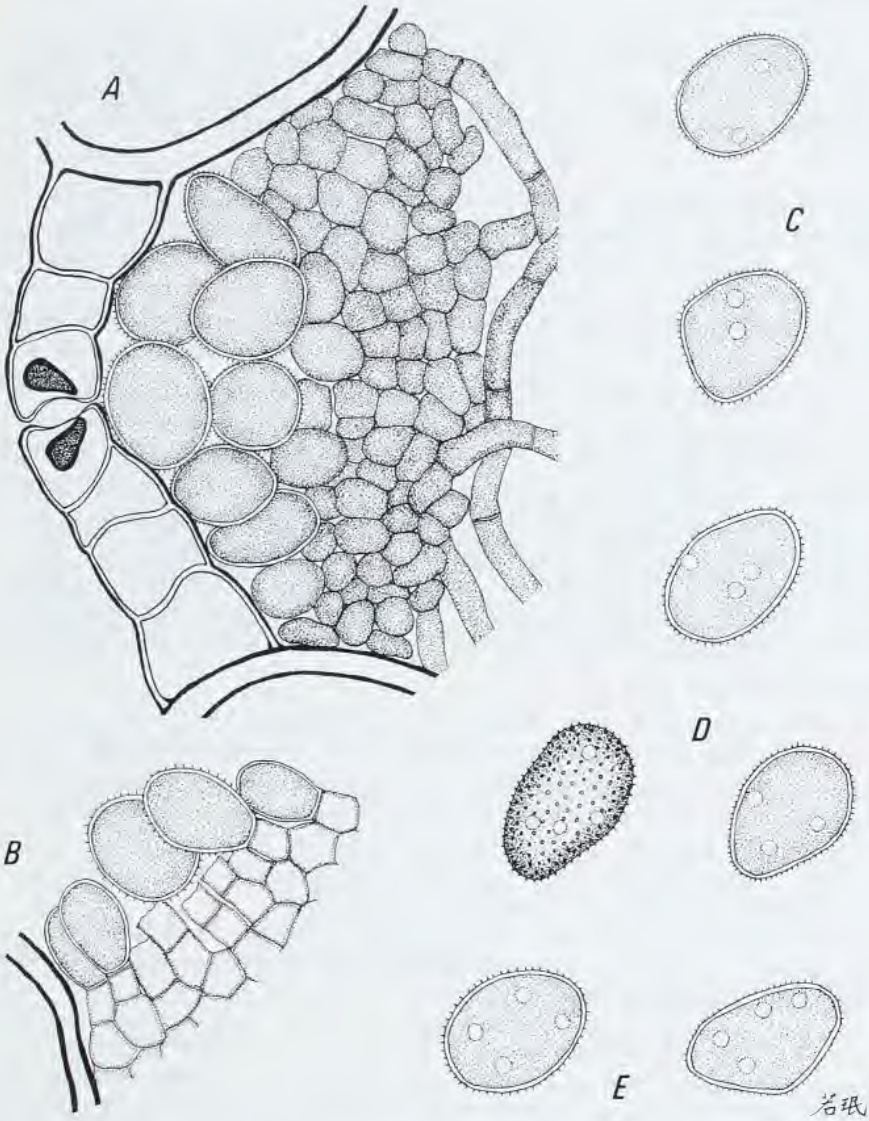


Fig. 2. – *Uredo geophiliana* Yen et Gilles: A, Jeune sore à urédospores; B, Formation des urédospores; C, Urédospores à deux pores germinatifs; D, Urédospores à trois pores germinatifs; E, Urédospores à quatre pores germinatifs.

Source : MNHN, Paris

Uredo geophiliana Yen et Gilles nov. sp. (Fig. 2)

Sur feuilles de *Geophila obvallata* (Rubiacée), en Forêt de Yapo, Côte d'Ivoire, 10 fév. 1974, leg. G. GILLES (P.C.I. N° 98).

Ce champignon ne présente que le stade II. Les sores à urédospores sont strictement hypophylles, peu nombreux, dispersés sans ordre, mesurant 150-270μm de diamètre; ils prennent toujours naissance dans la cavité stomatique en formant d'abord un plexus mycélien sporogène, produisant des urédospores (Fig. 2, A). Les sores sont petits, blanc jaunâtre, le plus souvent difficilement perceptibles, même à la loupe.

Les urédospores, peu nombreuses dans chaque sore, sont portées par des sporophores courts et cylindriques (Fig. 2, B); elles sont généralement ovoïdes ou ellipsoïdes-ovoïdes, parfois un peu anguleuses, subhyalines, nettement échinulées, à membrane mince (1μm), pourvues de 2-4 pores germinatifs, en position dispersée; elles mesurent 19-27 X 14-18μm (Fig. 2, C, D et E).

D'après SACCARDO (1905) et VIENNOT-BOURGIN (1953), l'*Uredo geophilicola* P. Henn. montre des sores à urédospores strictement épiphylles, subépidermiques, et des urédospores de petite taille (15-23 X 12-18μm). Selon SYDOW (1904) et VIENNOT-BOURGIN (1959), le *Puccinia geophilae* (P. Henn.) Rac. présente des sores à urédospores toujours amphiphylles et des urédospores plus grandes (22-28 X 19-23μm). Nous avons étudié les échantillons de ces deux espèces africaines identifiés par RACIBORSKI et E. ULE, déposés dans l'Herbier du Laboratoire de Cryptogamie du Muséum de Paris. Nous constatons que ces deux Rouilles parasites des feuilles de *Geophila*, en Afrique, montrent des caractères microscopiques différents de ceux de notre récolte, comme l'indique le tableau 1.

Tableau 1. — Caractères systématiques de trois espèces de Rouilles parasites de *Geophila*.

	P. geophilae (P. Henn.) Rac.	*Uredo geophilicola* P. Henn.	*Uredo geophiliana* (nov. sp.)
sores à urédospores	amphiphylles subépidermiques	épiphylles subépidermiques	hypophylles substomatiques
Urédospores	fauve brunâtre pores germ. obscurs 22-28 X 19-23μm	hyalines 3-4 pores germ. 15-23 X 12-18μm	subhyalines 2-4 pores germ. 19-27 X 14-18μm

En raison des caractères différents de ces trois champignons, notre récolte doit être considérée comme une espèce nouvelle, avec la diagnose suivante :

Uredo geophiliana. *Maculis indistinctibus. Soris uredosporiferis hypophyllis, substomatibus, sparsis, ex stomatibus oriundis, tandem leniter pulverulentis,*

Source : MNHN, Paris

flavido-albis, rotundatis, 150-270µm diam. Paraphysibus nullis. Uredosporis non-stipitatis, ovoideis vel ovoido-ellipsoideis, rarius polygonalibus, subhyalinis, echinulatis, 19-27 X 14-18µm; membrana hyalina, 1µm crassa; poris germinationis 2-4 sparsis praeditis.

Habitat in foliis vivis Geophilae obvallatae, Sylva Yapo, Côte d'Ivoire, 10 *feb.* 1974, *leg.* G. GILLES (P.C.I. N° 98).

Uredo picreicola Yen et Gilles nov. sp. (Fig. 1, G).

Sur tiges et feuilles de *Picreus polystachyus* (Cypéracée), à Grand-Bassam, Côte d'Ivoire, 9 fév. 1974, leg. G. GILLES (P.C.I. N° 99).

Ce champignon présente seulement le stade II. Les sores à urédospores sont strictement hypophylles, subépidermiques, dispersés, ovoïdes ou fusiformes atteignant 4mm de long, saillants, d'abord clos et protégés par l'épiderme de la plante-hôte, puis déhiscents par une déchirure épidermique longitudinale, de teinte brun foncé. Les paraphyses sont absentes.

Les urédospores, formées sur des pédicelles filamenteux atteignant 70µm de long, sont ovoïdes ou subglobuleuses, parfois globuleuses, brun cannelle, finement échinulées, à membrane assez épaisse (1.5-3µm); elles mesurent 22-30 X 15-25µm. les pores germinatifs sont au nombre de deux, en position équatoriale (Fig. 1, G).

Aucun *Uredo* n'ayant encore été décrit, à notre connaissance, sur des plantes-hôtes appartenant au genre *Picreus*, nous considérons ce champignon comme une espèce nouvelle, avec la diagnose suivante :

Uredo picreicola. *Soris uredosporiferis hypophyllis et calamicolis, sparsis, ovoideis vel fusiformibus, ad usque 4mm longis, diu epidermide tectis, tandem pulverulentis, brunneis. Paraphysibus nullis. Uredosporis stipitatis, ovoideis vel subglobosis, rarius globosis, cinnamomeo-brunneis 22-30 X 15-25µm; membrana echinulata, 1.5-3µm crassa; poris germinationis 2 aequatorialibus praeditis.*

Habitat in foliis et calamis vivis Picrei polystachyi, Grand-Bassam, Côte d'Ivoire, 9 *feb.* 1974, leg. G. GILLES (P.C.I. N° 99).

Uromyces decoratus Syd. (*Ann. Mycol.* 5 : 491, 1907)

Sur feuilles de *Crotalaria retusa* (Papilionacée), à Dabou (50km à l'ouest d'Abidjan), Côte d'Ivoire, 17 fév. 1974, leg. G. GILLES (P.C.I. N° 103).

Récemment (1971), nous avons signalé, au Gabon, l'existence de ce champignon parasite des feuilles de *Crotalaria retusa*. Il diffère de l'autre *Uromyces* qui parasite ce même hôte, *U. harmsianus* (P. Henn.) Doidge, par ses urédospores plus étroites (18-20µm contre 19-25µm) et par l'épispore plus mince (1.5µm contre 2.5-3.5µm).

Source : MNHN, Paris

Uromyces setariae-italicae Yosh. (*Bot. Mag. Tokyo*, 20: 247, 20 oct. 1906).
= *Uromyces leptodermus* Syd. (*Ann. Mycol.* , 4 : 430, 31 oct. 1906)
= *Uromyces eriochloae* Syd. et Butl. (*Ann. Mycol.* 5 : 492, 1907)

Sur feuilles de *Brachiaria distichophylla* (Graminée), en Forêt de Yapo, Côte d'Ivoire, 10 fév. 1974, leg. G. GILLES (P.C.I. N° 100).

Ce champignon ne présente que le stade II. Les sores à urédospores sont généralement épiphylles, brun ferrugineux, pulvérulents, ovoïdes ou fusiformes, 0.5-1.5 mm de long, disposés sans ordre sur la face supérieure du limbe.

Les urédospores, formées sur des pédicelles filamenteux, sont ovoïdes, ellipsoïdes, tétraédriques ou polygonales-subglobuleuses, brun cannelle, échinulées, à membrane mince (1-2μm); elles mesurent 24-35 X 19-25μm. Les pores germinatifs sont au nombre de trois, en position équatoriale.

BIBLIOGRAPHIE

ARTHUR J. C., 1922 – *North American Flora*, Vol. 7, part 8 : 568.

ARTHUR J. C., 1962 – *Manual of the rusts in United States and Canada*, p. 261.

CUMMINS G. B., 1943 – Description of tropical rusts VI. *Bull. Torrey bot. Club.* 70 : 522.

CUMMINS G. B., 1945 – Description of tropical rusts VII. *Bull. Torrey bot. Club.* 72 : 201 et 213.

GOPALKRISHNAN K. S., 1951 – Notes on the morphology of the genus *Hemileia*. *Mycologia* 43 : 275.

KERN F. D., 1919 – North American rusts on *Cyperus* and *Eleochris*. *Mycologia* 11 : 138.

MAYOR E. & VIENNOT-BOURGIN G., 1951 – Contribution à la connaissance des Micromycètes de la Côte d'Ivoire. *Bull. Soc. Myc. Fr.* 67 : 117 et 131.

SACCARDO P., 1905 – *Syll. Fung.* 17 : 439.

SYDOW H. et P., 1904 – *Monogr. Ured.* I : 220.

SYDOW P. et H., 1912 – Novae fungorum species, VII. *Ann. Mycol.* 10 : 79.

SYDOW H. et P., 1924 – *Monogr. Ured.*, IV : 406.

SYDOW H., 1937 – Novae fungorum species. XXV. *Ann. Mycol.* 35 : 247.

VIENNOT-BOURGIN G., 1953 – Urédinales d'Afrique (3e Note), Urédinales de Côte d'Ivoire (2e Note). *Uredinaena* 4 : 156, 162, 131 et 214.

VIENNOT-BOURGIN G., 1958 – Urédinales d'Afrique (5e Note), Urédinales de Côte d'Ivoire (4e Note). *Uredineana* 5 : 177, 178 et 242.

VIENNOT-BOURGIN G., 1959 – Étude de Micromycètes parasites récoltés en Guinée. *Ann. Inst. Nat. Agr.* 45 : 27, 35, 44 et 63.

YEN J. M., 1970 – Les Urédinées du Gabon IV. *Bull. Soc. Myc. Fr.* 86 : 853.

YEN J.M., 1970 – Étude sur les champignons parasites du Sud-Est asiatique XIII. Quelques espèces d'Urédinées de Malaisie. *Rev. de Mycol.* 34 : 313 et 316.

Source : MNHN, Paris

YEN J. M., 1971 — Les Urédinées du Gabon. VI. *Rev. de Mycol.* 36 : 96.

YEN J. M., 1973 — Les Urédinées du Gabon VIII. *Bull. Soc. Myc. Fr.* 89 : 313 et 315.

YEN J. M., 1974 — Étude sur les champignons parasites du Sud-Est asiatique XXIII. Les Urédinées des Philippines. *Bull. Soc. Myc. Fr.* 9 : 198.

Source : MNHN, Paris

ÉTUDE IN VITRO DE LA COLONISATION ET DE LA DÉGRADATION STRUCTURALE DU BOIS DE HETRE par CORIOLUS VERSICOLOR (L.) Quélet

par D. DIROL *

RÉSUMÉ. — L'attaque du bois de Hêtre par *Coriolus versicolor* (L.) Quélet, agent de pourriture fibreuse blanche est étudiée après des périodes d'exposition à ce champignon variant de 15 jours à trois mois. L'observation des premiers stades, c'est à dire de la colonisation du bois par les filaments de champignon est faite en microscopie optique, puis au fur et à mesure que le champignon tire profit des éléments du bois après des périodes d'exposition plus longues, les observations sont faites à la fois en microscopie optique et électronique à balayage. Une étude comparée de la dégradation des parois est faite, à la fin de ce travail, en lumière polarisée.

INTRODUCTION

Depuis la fin du siècle dernier, la dégradation du bois par les champignons lignivores a fait l'objet de nombreux travaux, tant au point de vue biochimique qu'au niveau des modifications de l'ultrastructure du bois dégradé. Le mode d'action de ces champignons dans le bois, commence à être bien connu grâce aux perfectionnements obtenus en microscopie optique. Plus récemment, la microscopie électronique a permis d'approfondir encore la connaissance des modifications morphologiques qui résultent de l'action de ces champignons.

Cependant, les premiers stades de la dégradation du bois ont été moins étudiés; dans ce qui suit, une colonisation très rapide du bois sera observée in vitro ainsi que la formation par ces champignons lignivores, au bout de quelques jours seulement, de figures anormales dans la paroi cellulaire. Les résultats obtenus dans les essais décrits ci-après donnent une idée de la chronologie et des moyens

* Laboratoire de Mycologie, C.T.B., 10 Avenue de St Mandé, 75012 Paris.

Source : MNHN, Paris

requis pour la colonisation et la dégradation du bois. Mais une restriction doit cependant être faite car ils ne sont pas le juste reflet de ce qui se passe réellement dans la nature. In vitro, le champignon est placé dans un milieu où toutes les conditions favorables à son développement sont réunies : milieu nutritif (malt-agar), humidité et température optimales; la présence du bois n'est pas indispensable. Par contre, dans la nature le champignon ne se trouve pas dans ces conditions favorables et il faut qu'il assure immédiatement sa nutrition à partir du bois. Le développement de l'attaque au début en particulier, ne sera pas le même in vitro et in vivo. Dans la nature, la phase active du développement où le champignon met à profit les substances nutritives contenues dans le bois suit de très près ou presque simultanément la phase d'envahissement du plan ligneux.

Le laboratoire de Mycologie du Centre Technique du Bois a entrepris d'étudier les modalités de l'infestation du bois par différents types de champigons lignivores. Celui que nous étudierons dans ce travail est un Basidiomycète, agent de pourriture fibreuse blanche : *Coriolus versicolor* (L.) Quélet = *Trametes versicolor* (L. ex F.) Pilat. Ce champignon lignivore dégrade les bois feuillus et plus particulièrement le Hêtre. Il se développe en plein air sur les souches, les grumes et sur les bois mis en oeuvre dans les lieux humides ou en contact avec le sol. C'est un des champignons lignivores les plus redoutables pour les feuillus abattus.

MATÉRIEL ET MÉTHODE

Six cubes de bois de Hêtre (*Fagus silvatica* (L.)), orientés, stériles, de 1,5cm de côté, ont été introduits ensemble aseptiquement dans des bocaux contenant une culture du champignon se développant sur milieu malt-agar. On retire un échantillon toutes les deux semaines, ce qui correspond à des périodes d'exposition s'échelonnant de deux à douze semaines. Des coupes microscopiques sont ensuite effectuées selon les trois sens du bois, puis colorées par la méthode de CARTWIGHT (Safranine-picroaniline). Quand le bois est trop dégradé, les coupes sont effectuées au microtome à congélation. Les observations sont faites au microscope optique puis au microscope électronique à balayage.

OBSERVATION DE LA COLONISATION DES ÉLÉMENTS DU BOIS PAR LES HYPHES DE *CORIOLUS VERSICOLOR*

1. Progression et limite de la pénétration passive

L'observation du premier stade étudié (deux semaines) ayant révélé immédiatement la présence de très nombreux filaments dans les éléments du bois, nous avons du réaliser une expérience complémentaire : d'autres cubes de Hêtre

Source : MNHN, Paris

ont été exposés pendant des temps plus courts (de 5 à 10 jours) à la culture du champignon afin de connaître plus exactement le moment où les hyphes commencent à pénétrer dans le bois in vitro. Dès le cinquième jour, quelques hyphes apparaissent dans les vaisseaux qui sont le siège d'un envahissement plus important dans les jours qui suivent. A 10 jours d'exposition, ils sont très nombreux alors qu'ils sont encore absents dans les autres éléments du bois (Pl. I, A).

Cet envahissement progressif correspond à ce que plusieurs auteurs appellent «la pénétration passive» (CORBETT, 1963; GREAVES & LEVY 1965; LEVY 1967) des éléments du bois. Dans le cas présent, elle se fait très rapidement : au bout de cinq jours seulement, par l'intermédiaire des vaisseaux.

Après deux semaines de contact, quelques filaments sont aussi observés dans les fibres mais assez sporadiquement. Il en est de même dans les cellules de parenchyme longitudinal. Par contre, aucun filament n'est observé dans le parenchyme des rayons, sauf dans les champs de croisement avec les vaisseaux. Les préparations faites à partir des cubes retirés après quatre semaines d'exposition montrent une répartition uniforme dans tous les éléments du bois (Pl. II, A). Les hyphes prolifèrent dans les rayons et se développent selon l'axe longitudinal des fibres, bifurquant à angle droit au moment du passage dans une fibre voisine à la faveur d'une ponctuation simple. Elles passent de vaisseau en vaisseau par l'intermédiaire des ponctuations simples et aréolées (Pl. I, B). La photographie C de la planche I montre, en microscopie électronique, l'intérieur du vaisseau dans lequel les filaments forment des figures en «toiles d'araignées» dues à leur coalescence avant de se ramifier à nouveau pour passer par une ponctuation aréolée.

La quantité de filaments à l'intérieur des éléments du bois diminue considérablement après une exposition de six semaines. Dans certains éléments on ne les trouve même plus du tout. Dans les stades suivants, d'exposition plus longue, ils sont absents ou à l'état d'hyphes résiduelles ou de traces sur le fond de la paroi (Pl. I, D).

La colonisation du bois de Hêtre commence donc par les vaisseaux après cinq jours d'exposition à la culture de *Coriolus versicolor*, l'envahissement de tous les éléments du bois est complet après quatre semaines d'exposition.

2. Corrélations avec la structure anatomique du bois de Hêtre

Dans les premières phases de pénétration, les filaments se développent dans les vaisseaux qui sont de bonnes voies de passage en raison de leur diamètre, plus important que celui des fibres, et de leur grand nombre chez le Hêtre (50 à 100 par mm^2). Ils s'y propagent d'éléments en éléments en passant par les perforations uniques ou même scalariformes. De même, les ponctuations aréolées intervasculaires constituent une voie de passage inter-vaisseaux. Les ponctuations rayon-vaisseau sont grandes, elliptiques et nombreuses. C'est probablement pour cette raison que l'on trouve déjà des hyphes au niveau

Source : MNHN, Paris

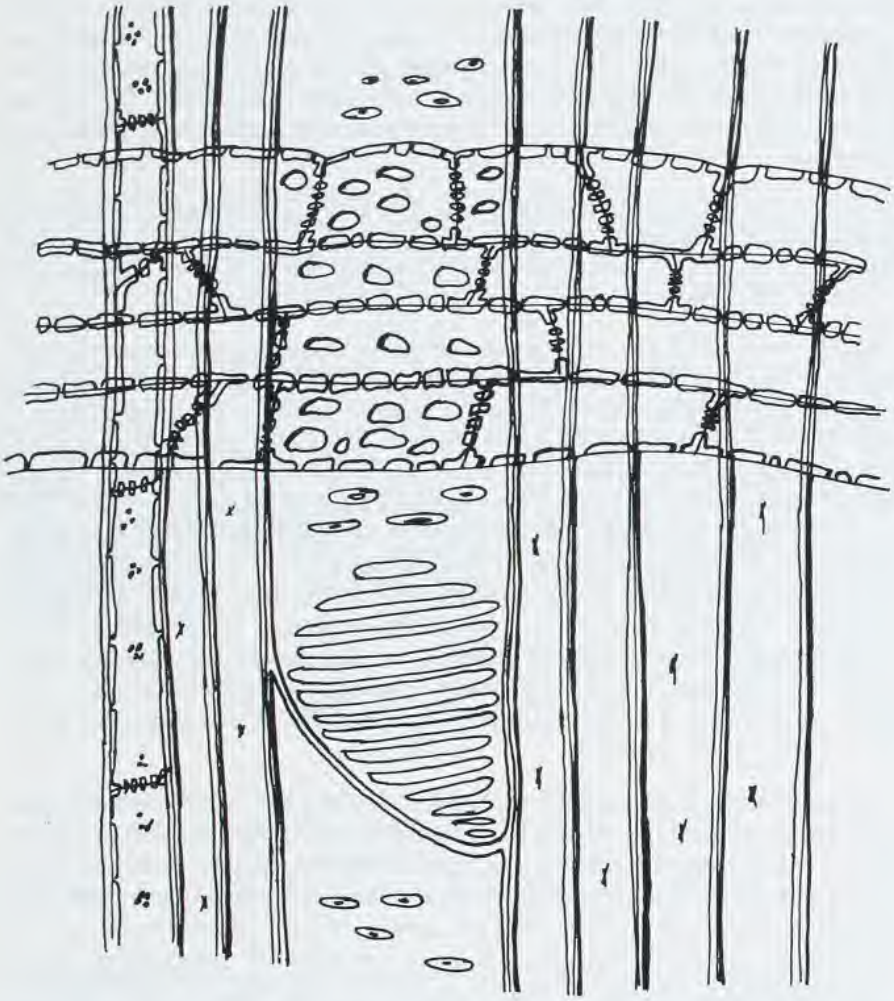


Figure 1. — Représentation d'une section radiale de Hêtre. A gauche, cellules de parenchyme longitudinal ponctuées. Au centre, un champ de croisement d'un vaisseau avec un rayon; remarquer les ponctuations aréolées du vaisseau ainsi que les grosses ponctuations simples du champ de croisement. A noter la perforation scalariforme typique chez le Hêtre. Sur la droite du dessin : fibres libriformes peu ponctuées. (X 450)

des champs de croisement alors qu'il n'y en a pas dans le parenchyme des rayons. Chez le Hêtre, le parenchyme vertical possède de très nombreuses ponctuations fines groupées en plages. Par contre, les fibres libriformes qui constituent la masse du tissu fibreux ont également des ponctuations fines mais elles sont très dispersées. Les fibres trachéides ont des ponctuations plus nombreuses, mais ce genre de fibre est plus rare chez le Hêtre (cf. fig. 1). La chronologie de la

Source : MNHN, Paris

pénétration des filaments mycéliens peut donc avoir un rapport avec les caractéristiques anatomiques du bois de Hêtre.

Mais il est probable que d'autres phénomènes peuvent intervenir, entre autres la composition chimique de certains contenus cellulaires, mais les voies de passage restent exclusivement fonction de la structure anatomique dans le cas de la pénétration passive.

Il semble que ce champignon ne se comporte pas de la même façon chez d'autres feuillus; en effet, WILCOX (1968) observe chez le Liquidambar un envahissement uniforme de tous les éléments du bois.

OBSERVATIONS en MICROSCOPIE OPTIQUE et ÉLECTRONIQUE des conséquences de l'exploitation des constituants cellulaires du bois par les hyphes

1. Coexistence temporaire des phases passive et active

Quand les filaments mycéliens se sont distribués dans les éléments du bois en pénétrant à la faveur des ponctuations ou des perforations disponibles, ils continuent leur envahissement en provoquant eux-mêmes des trous ou perforations (= «bore holes» des anglo-saxons). Par opposition à la pénétration passive, les auteurs cités plus haut emploient l'expression «pénétration active» qui demande de la part du champignon, une émission enzymatique destinée à dissoudre la paroi cellulaire qu'il traverse et en utiliser ensuite les constituants pour sa nutrition.

Il n'existe pas de frontière bien définie entre ces deux phases. La seconde peut être observée rapidement alors que la pénétration passive est loin d'être achevée. Dans le cas présent, il a été constaté la présence de quelques perforations d'origine enzymatique dans les coupes effectuées après deux semaines seulement d'exposition. Ces trous apparaissent plus nombreux sur les préparations longitudinales obtenues après un mois d'exposition lorsque l'envahissement des éléments du bois est complet. Dans la nature, la phase active de la pénétration doit suivre de plus près l'envahissement passif du bois.

2. Évolution de la phase active

Les perforations sont environ deux fois plus nombreuses après six semaines d'exposition. Elles apparaissent alors à tous les niveaux et donnent déjà une idée de l'action destructrice du champignon. En microscopie optique, elles ont l'apparence d'un trait épais et clair, perpendiculaire aux parois (Pl. III, A et B). Les hyphes se propagent longitudinalement dans les fibres et changent brusquement de direction à angle droit. La photographie de la planche II montre, en microscopie optique, la formation d'une branche perpendiculaire à l'hyphe principale. Cette branche pénètre dans la paroi cellulaire et reprend son trajet

BIBL. D. BOT. ARH.

Source : MNHN, Paris

longitudinalement dans la fibre voisine. Lors du passage à travers la paroi, un halo plus clair est observé; il résulte de la sécrétion enzymatique du champignon qui a digéré la paroi cellulaire à ce niveau. L'hyphe doit émettre ses enzymes par toute sa surface au fur et à mesure qu'elle passe dans la paroi. La photographie C de la planche II montre des cavités claires précédant le passage des hyphes, l'émission d'enzyme se fait donc aussi par leur extrémité avant leur passage effectif. Le diamètre de l'hyphe sur la planche II, B, prise au microscope optique, ne semble pas changer lors du franchissement de la paroi. Par contre, sur la planche I, C, les hyphes, en prenant contact avec la paroi, semblent s'enfler (BAYLISS, 1908) alors que sur E et F, elles s'amincissent en formant des ramifications contre la paroi. Après cette période de six semaines où la phase active est vraiment importante, une détérioration et un agrandissement des ponctuations dans lesquelles sont souvent trouvées des hyphes résiduelles ont parfois été constatés.

L'observation des préparations faites à partir des cubes de Hêtre exposés pendant huit semaines montre immédiatement une dégradation du bois très importante du fait de la quantité de perforations trouvées dans le plan ligneux (Pl. III, C). Ces perforations sont également plus larges à ce stade indiquant une sécrétion enzymatique par la surface latérale des hyphes; il arrive même que deux perforations jointives fusionnent (Pl. III, D) ou qu'une perforation fusionne avec une ponctuation du bois. L'observation de ces trous de forage en lumière polarisée au niveau de la paroi coupée longitudinalement, montre de part et d'autre de la lamelle moyenne, une formation creuse en entonnoir; la partie étroite étant située sur la lamelle moyenne, elle s'élargit ensuite vers l'intérieur de la cellule (Pl. III, E).

A ce stade, la microscopie électronique apporte des renseignements précis sur la structure fine des perforations effectuées par *Coriolus versicolor*. En effet, ces perforations ne sont pas de simples trous formant des vides dans la paroi cellulaire, mais ils sont composites, subdivisés en de nombreux petits trous de diamètres divers (Pl. IV, A et B). Au niveau de ces perforations multiples, on observe des fibrilles très fines, très enchevêtrées et tapissant la paroi interne des fibres du bois (Pl. IV, A et B). Ces fibrilles sont probablement des «mycofibrilles» reconnues pour être soit des traces de sécrétions soit des structures extracellulaires des hyphes (SCHMID & LIESE 1963). La présence des mycofibrilles au niveau des trous de forage composites pourrait apporter une explication à la subdivision observée; il est possible qu'elles soient à l'origine de ces perforations, mais leur action étant encore peu connue, ce raisonnement reste une hypothèse.

Une seconde hypothèse, fondée sur la présence des projections d'hyphes contre la paroi cellulaire, consiste à penser que ces ramifications pourraient être à l'origine des trous multiples (PROCTOR, 1941 : les fines projections des hyphes émettent les enzymes).

Enfin, ces perforations subdivisées pourraient être le résultat d'actions enzymatiques irrégulières de la part du champignon.

Source : MNHN, Paris

Les trous de forage multiples sont parfois observés en profondeur (Pl. IV, C). La paroi trouée correspond peut-être à la lamelle moyenne séparant deux fibres ou bien à la paroi de la fibre voisine atteinte également par l'hyphe du champignon.

Des alvéoles tapissent parfois le fond d'un vaisseau ou d'une fibre (Pl. IV, D). Leur disposition irrégulière en chaîne montre un départ de matière de la paroi cellulaire la plus interne, provoquée par suite d'une activité enzymatique rythmique et non pas continue.

Ce stade de dégradation apporte beaucoup d'éléments nouveaux. Une grande différence a été constatée avec le stade précédent dans le nombre et la taille des perforations. La forme spécifique subdivisée de celles-ci fait poser plusieurs hypothèses mettant en cause l'action des enzymes, des ramifications d'hyphes et des mycofibrilles issues des hyphes.

3. Stabilité apparente après huit semaines d'exposition

Aucune différence marquante n'a été observée avec les derniers stades étudiés. Les perforations sont constatées avec la même fréquence, elles ont les mêmes dimensions, elles ont la même allure en microscopie électronique et les mycofibrilles sont toujours présentes. Une striation importante de la paroi interne a été observée indiquant un départ de matière (Pl. IV, E). Des hyphes résiduelles et des zones de lyse sont également observées sur le fond de la paroi (Pl. I, D). A ces stades les ponctuations sont très agrandies (cf. ponctuations aréolées, Pl. IV, F).

Après observation de ces six stades d'évolution des phases passive puis active, il semble qu'à partir du commencement de la phase active, c'est à dire entre deux et quatre semaines d'exposition, apparaisse une évolution régulière du nombre et de la forme des trous qui sont les éléments permettant d'apprécier la dégradation réelle du bois. Ainsi, de nettes différences ont été observées entre deux et quatre semaines, entre quatre et six semaines et également entre six et huit semaines. Mais à cette dernière période semblerait correspondre le maximum de perforations puisqu'aux deux derniers stades de cette étude les figures de dégradation sont observées avec la même fréquence. Cependant, quelques indices de départ de composants (lignine et cellulose) ont été observés : striation de la paroi interne et amincissement des parois cellulaires en lumière polarisée. Nous allons voir que cette dernière technique va permettre de constater une évolution régulière de la phase active sans observer un palier après huit semaines d'attaque.

OBSERVATION en LUMIERE POLARISÉE de la DÉGRADATION PROGRESSIVE de la PAROI CELLULAIRE

1. Structure et constitution de la paroi cellulaire

La structure et la constitution des différentes couches de la paroi cellulaire sont résumées dans la figure 2.

Source : MNHN, Paris

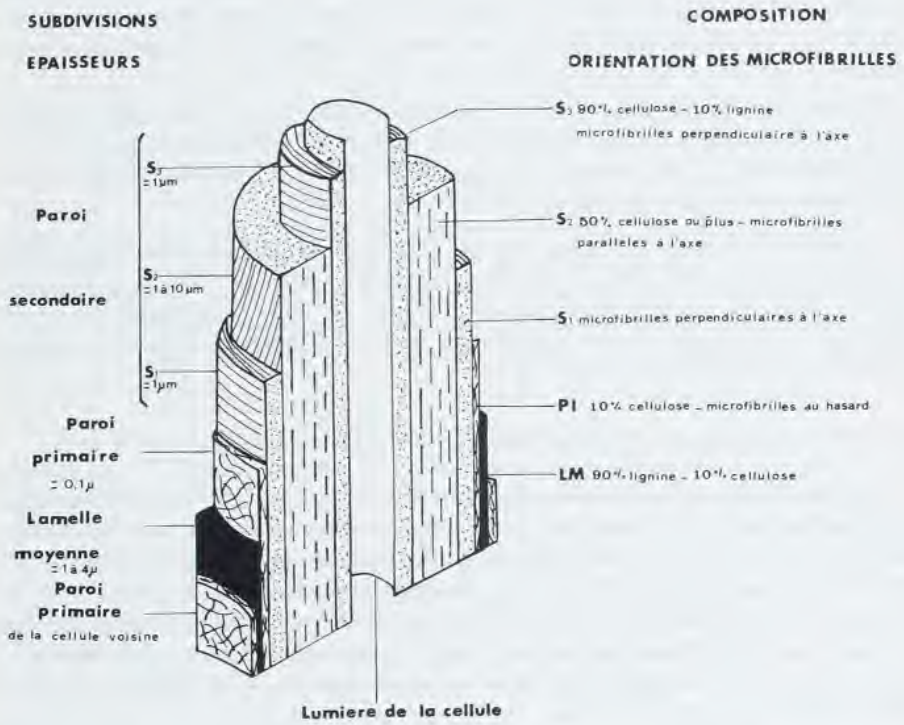


Figure 2. — Structure lamellaire de la fibre de bois selon la terminologie conventionnelle (D'après WARD R. J. et al., 1964).

2. Principe de l'observation du bois en lumière polarisée

L'observation de la substance cristalline, en l'occurence la cellulose du bois, est possible par l'intermédiaire de deux nicols. Quand ceux-ci sont croisés il y a extinction de l'image. Mais si on intercale une substance cristalline dont les plans de polarisation sont à 45° avec les autres, la préparation apparait brillante.

Des différences de brillance sont observées dans chacune des parois sur une section transversale de Hêtre sain (Pl. V, A). En lumière polarisée, la lamelle moyenne est noire car elle est constituée de lignine, substance amorphe. Vers l'intérieur de la cellule apparait une couche brillante représentant la combinaison de la membrane primaire avec la couche S_1, dans cette dernière, les microfibrilles de cellulose sont orientées perpendiculairement à l'axe de l'observation. Ensuite, la couche S_2 dans laquelle les microfibrilles ont une orientation parallèle apparait éteinte sur la préparation, il n'y a pas de biréfringence. Enfin, la couche S_3 qui borde la lumière des cellules apparait brillante. En comparaison avec le bois sain, les départs de lignine et de cellulose pourront être appréciés sur les préparations de bois progressivement dégradé.

Source : MNHN, Paris

3. Observation comparée

La coupe transversale de Hêtre exposé deux semaines à la culture (Pl. V, B) montre toutes les parois bien visibles. Sur une préparation de quatre semaines (Pl. V, C), la lumière de la cellule est très agrandie, la couche S_3 a entièrement disparu et la couche S_2 partiellement. S_1 et la membrane primaire subsistent ainsi que la lamelle moyenne.

La préparation de six semaines (Pl. V, D) montre la disparition de S_3, de S_2, et un amincissement de S_1 + membrane primaire. La lamelle moyenne subsiste encore. Après huit semaines d'exposition (Pl. V, E), la dégradation évolue dans le sens d'une disparition des parois S_1 et la membrane primaire; par endroits il ne reste que la lamelle moyenne. Le phénomène s'accentue après dix semaines (Pl. V, F); enfin l'attaque de douze semaines (Pl. V, G) montre un plan ligneux très sombre, sporadiquement le complexe biréfringent (S_1 + membrane primaire) demeure. La lamelle moyenne n'est plus toujours visible. L'intégrité des parois diminue donc progressivement.

4. Interprétation des observations

Le départ de matière s'effectue à partir de la lumière des fibres et en direction de la lamelle moyenne. A partir de quatre semaines d'exposition, les couches S_3 et S_2 disparaissent. Puis, S_1 et la membrane primaire s'amincissent jusqu'à complète disparition au maximum de l'attaque. La lamelle moyenne et les angles cellulaires subsistent plus longtemps (GREAVES & LEVY, 1965, constataient cependant l'altération de la lamelle moyenne au bout de 7 semaines), car leur constitution en lignine oppose une résistance à la décomposition enzymatique. Cette observation a déjà été faite en particulier par MEIER (1955) et WILCOX (1968). Pour eux, après l'attaque par le champignon, les tissus restent cohérents, sans effondrement cellulaire du fait de la résistance de la lamelle moyenne. Cependant, d'autres couches de la fibre, bien que constituées de lignine, disparaissent assez rapidement. Ainsi, outre la couche S_3 composée de cellulose et qui disparait normalement en premier, la membrane primaire riche en lignine et la couche S_2 qui en contient autant en moyenne que de cellulose, disparaissent rapidement. En réalité, il résulte un amincissement progressif de la paroi à partir du lumen cellulaire (SCHEFFER 1936; MEIER 1955; COWLING 1961; LIESE & SCHMID 1962 a; SCHMID & LIESE 1963; WILCOX 1968). L'activité lytique des ectoenzymes atteint les couches cellulaires l'une après l'autre. On ne distingue pas un ordre préférentiel de dégradation dans les constituants cellulaires; pour cette raison, de nombreux auteurs parmi lesquels SCHEFFER (1936) et COWLING (1961) ont qualifié *Coriolus versicolor* d'agent de pourriture blanche simultanée.

Après observation en microscopie électronique, certains auteurs contestent l'uniformité de l'amincissement des cellules à partir du lumen. Ils ont observé des cavités dans la paroi secondaire et même dans la lamelle moyenne bien avant de constater un amincissement (COWLING 1961; LIESE & SCHMID 1962 b; SCHMID & LIESE 1964; LIESE 1970).

Source : MNHN, Paris

Cette irrégularité dans le départ de matière a également été observée dans cette étude, non pas sous forme de cavités ou alvéoles, mais par un délitage irrégulier dans la paroi. Ainsi la photo E, planche IV, montrant le fond de la paroi d'une fibre (dix semaines d'attaque) met en évidence d'une part, au milieu de la fibre, la couche S_3 plus ou moins arrachée et tapissée de perforations mutliples et de mycofibrilles et d'autre part, sur la gauche, une coupure montrant en profondeur les différentes couches restant en place. En haut à gauche, l'orientation oblique des microfibrilles laisse supposer qu'il s'agit de la couche S_2. En bas, l'orientation grossièrement perpendiculaire à l'axe cellulaire montre qu'il s'agit de la couche S_1. Enfin, entre les deux et plus profondément, les microfibrilles orientées au hasard appartiennent à la membrane primaire. Dans cette fibre, *Coriolus versicolor* a dégradé irrégulièrement les différentes couches laissant intacte par endroit la couche S_3, mais dégradant en profondeur jusqu'à la membrane primaire. D'après COWLING (1961) les enzymes de ces champignons auraient la capacité de diffuser à distance.

La question de l'amincissement plus ou moins régulier de la paroi et le départ de matière selon un gradient dirigé vers la lamelle moyenne, restent très controversés. Dans ce travail, les observations en lumière polarisée montrent un départ de matière régulier et progressif en direction de la lamelle moyenne, par contre la microscopie électronique à balayage permet d'apprécier des départs irréguliers des constituants cellulaires.

CONCLUSIONS

Cette étude de l'action progressive de *Coriolus versicolor* a permis de mettre en évidence différents points intéressants de l'attaque :

– Ce champignon pénètre dans le bois de Hêtre dès le cinquième jour d'exposition. Il envahit les vaisseaux en premier, les fibres ensuite et les rayons en dernier. La répartition dans le bois est complète après un mois. Cette pénétration passive des filaments suit le plan ligneux spécifique au bois de Hêtre.

– La pénétration active du champignon manifestée par des perforations apparait alors que la pénétration passive n'est pas encore achevée. Cette activité enzymatique du champignon se produit dès les deux premières semaines d'exposition et se poursuit en provoquant des trous de plus en plus nombreux et agrandis jusqu'au stade de huit semaines. Ensuite, elle semble se stabiliser, le stade de huit semaines correspondant à un palier pour ce qui est du critère de perforation.

– La forme composite des perforations observée en microscopie électronique à balayage serait le résultat d'action de mycofibrilles, ou de l'action des fines projections issues de l'hyphe contre la paroi, ou encore d'une activité enzymatique irrégulière.

– La technique de polarisation de la lumière a permis de constater un

Source : MNHN, Paris

départ uniforme de constituants de la paroi la plus interne, S_3, vers la lamelle moyenne. Cette dernière subsiste encore en partie au dernier stade étudié. Cependant, la microscopie électronique montre des détériorations de la paroi, selon un schéma bien moins régulier.

Coriolus versicolor dégrade simultanément la lignine et la cellulose, mais la trame de la lamelle moyenne résiste aux enzymes du champignon. De ce fait, il subsiste une cohérence entre les cellules du bois et l'effondrement n'a lieu qu'après une exposition plus longue à la culture du champignon.

BIBLIOGRAPHIE

BAYLISS J. S., 1908 – The biology of *Polystictus versicolor* Fr. *J. Econ. Biol. 3 : 1-24.*

BRAVERY A. F., 1971 – The application of scanning electron microscopy in the study of timber decay. *J. Inst. Wood Science* 5 (6) : 13-19.

CARTWRIGHT K. St. G., 1929 – A satisfactory method of staining fungal mycelium in wood sections. *Ann. Bot. London* 43 : 412-413.

CORBETT N. H., 1963 – Anatomical ecological and physiological studies and Microfungi associated with decaying wood. Ph. D. Thesis, University of London.

COWLING E. B., 1961 – Comparative biochemistry of the decay of Sweetgum sapwood by white-rot and brown-rot fungi. *U.S.D.A., F. S. tech. bull.* n° 1258, 79 p.

GREAVES H. & LEVY J. F., 1965 – Comparative degradation of the sapwood of scots pine, beech and birch by *Lenzites trabea, Polystictus versicolor, Chaetomium globosum. J. Inst. Wood Sci.* 15 : 55-63.

JACQUIOT C., TRENARD Y., DIROL D., 1973 – Atlas d'Anatomie des bois des Angiospermes. Tome I et II, CTB éd., Paris.

JAWE J. W., 1956 – *The structure of wood.* Second edition revised by K. Wilson and D. J. White, 1970. Adam and Charles Black, London 19.

LEVY J. F., 1967 – Degrade and decay of wood by soft rot fungi and other organisms. B.W.P.A. 147-160.

LIESE W., 1970 – The action of fungi and bacteria during wood deterioration. B.W.P.A. annual convention 1970.

LIESE W., 1970 – Ultrastructural aspects of woody tissue desintegration. *Ann. Rev. Phytopath.* 8 : 231-258.

LIESE W. & SCHMID R., 1961 – Licht und elektronenmikroskopische Untersuchungen über das Waschstum von Blaüpilzen in Kiefern und Fichtenholz. *Holz als Roh und Werkstoff* 9 : 329-336.

LIESE W. & SCHMID R., 1962 a – *Submicroscopical changes of cell wall structures by wood destroying fungi. Electron microscopy.* Vol. 2, Academic Press, New York.

LIESE W. & SCHMID R., 1962 b – Investigations with the electron microscope into the decomposition of wood by fungi. *Angew. Bot.* 36, 6 : 291-298.

MEIER H., 1955 – Uber den Zellwandabbau durch Holzvermorschungspilze und die submikroskopische Structur von Fichtentracheiden und Birkenholzfasern. *Holz Als Roh und Werkstoff* 9 : 323-328.

PROCTOR P., 1941 – Penetration of the walls of wood cells by the hyphae of wood destroying fungi. *Yale University School Forest Bull.* 47 : 1-30.

Source : MNHN, Paris

SCHEFFER T.C., 1936 – Progressive effects of *Polyporus versicolor* on the physical and chemical properties of red gum sapwood. *U.S. Dept. Agr. Techn. Bull.* 527, 45 p.

SCHMID R. & LIESE W., 1964 – Ueber die mikromorphologischen Veränderungen der Zellwandstrukturen von Buchen und Fichtenholz beim Abbau durch *Polyporus versicolor* (L.) Fr. *Archiv. für Mikrobiologie* 47 : 260-276.

WILCOX W. W., 1968 – Changes in wood microstructure through progressive stages of decay. *U.S. Forest Service research paper*, 46 p. Madison, Wisconsin.

Planche I. – Microscopie électronique à balayage

Fig. A. - Section de bois de Hêtre exposé à *Coriolus versicolor* pendant deux semaines (X 200). Remarquer l'envahissement important des vaisseaux par les hyphes du champignon.

Fig. B. - Passage des hyphes à travers les ponctuations simples d'un vaisseau vu en section radiale (quatre semaines d'exposition, X 500).

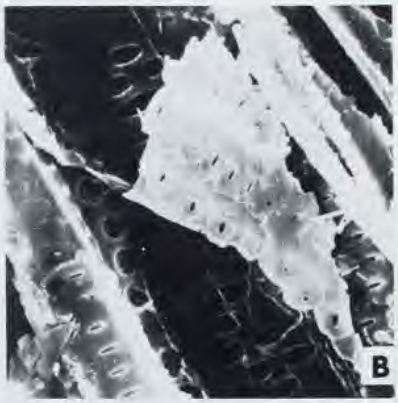
Fig. C. - Vue en section transversale en profondeur d'un vaisseau envahi par les hyphes de champignon qui forment des figures en «toiles d'araignées» avant de se diviser et de s'appliquer contre la paroi en s'élargissant pour effectuer une perforation ou pénétrer par des ponctuations aréolées (quatre semaines d'exposition, X 2500).

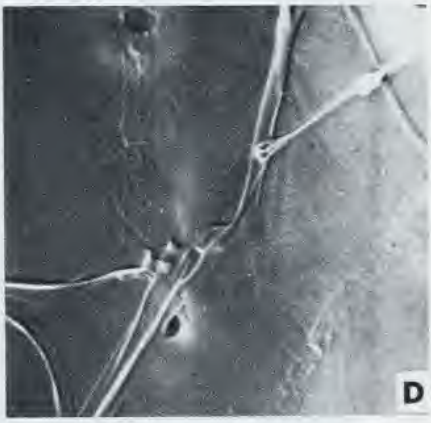
Fig. D. - Perforations, traces d'hyphes et hyphes résiduelles sur le fond de la paroi d'une trachéide après douze semaines d'attaque (X 1300).

Fig. E. - Hyphes vues en profondeur à l'intérieur d'un vaisseau en section transversale. Remarquer les ramifications au contact de la paroi (X 1000).

Fig. F. - Filament mycélien s'amincissant au contact de la paroi cellulaire d'un vaisseau, après six semaines d'exposition (X 4000).

Source : MNHN, Paris





Source : MNHN, Paris

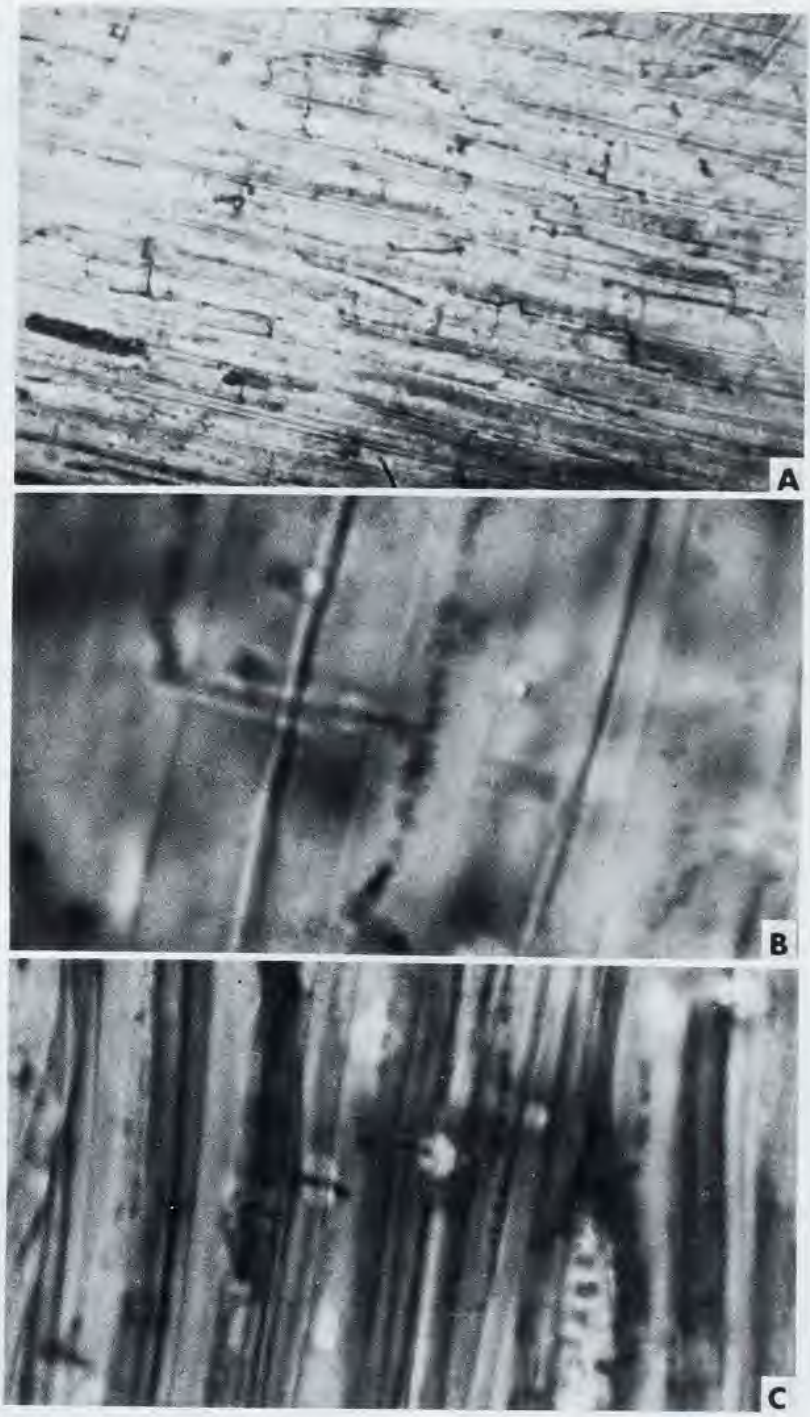
Planche II. — Microscopie optique

Fig. A. - Envahissement de tous les éléments du bois en particulier des rayons par les hyphes de *Coriolus versicolor* après 4 semaines d'exposition (Radiale X 250).

Fig. B. - Perforation effectuée par une hyphe dans la paroi d'une trachéide après six semaines d'exposition. Remarquer le brusque changement de direction dans le trajet de l'hyphe et le halo blanc autour de celle-ci montrant une production des ectoenzymes par toute la surface latérale du filament (Radiale X 700).

Fig. C. - Passage des hyphes à travers les parois après six semaines d'exposition. C'est l'extrémité de l'hyphe qui semble produire les enzymes (Tangentielle X 300).

Source : MNHN, Paris



Source : MNHN, Paris

Planche III. — Microscopie optique

Fig. A. - Perforations effectuées perpendiculairement dans la paroi des fibres après six semaines d'exposition (Radiale X 450).

Fig. B. - Nombreuses perforations après six semaines d'exposition (Tangentielle X 450).

Fig. C. - Plan ligneux abondamment perforé par les hyphes après huit semaines d'exposition (Radiale X 150).

Fig. D. - Perforations agrandies arrondies, à bords lisses dans la paroi des fibres de Hêtre. Observation en lumière polarisée (Radiale X 700), après huit semaines d'exposition.

Fig. E. - Perforations des parois arrondies et se rétrécissant en direction de la lamelle moyenne après huit semaines d'exposition. Observation en lumière polarisée (Tangentielle X 700).

Source : MNHN, Paris

Source : MNHN, Paris

Planche IV — Microscopie électronique à balayage

Fig. A. - Formation de perforations subdivisées à l'intérieur de la paroi d'une fibre. Présence encore d'une hyphe qui se subdivise avant de perforer la paroi. Huit semaines d'exposition. Vue radiale (X 4000).

Fig. B. - Perforation subdivisée au fond de la paroi cellulaire elle-même tapissée abondamment de mycofibrilles. Huit semaines d'exposition (X 5000).

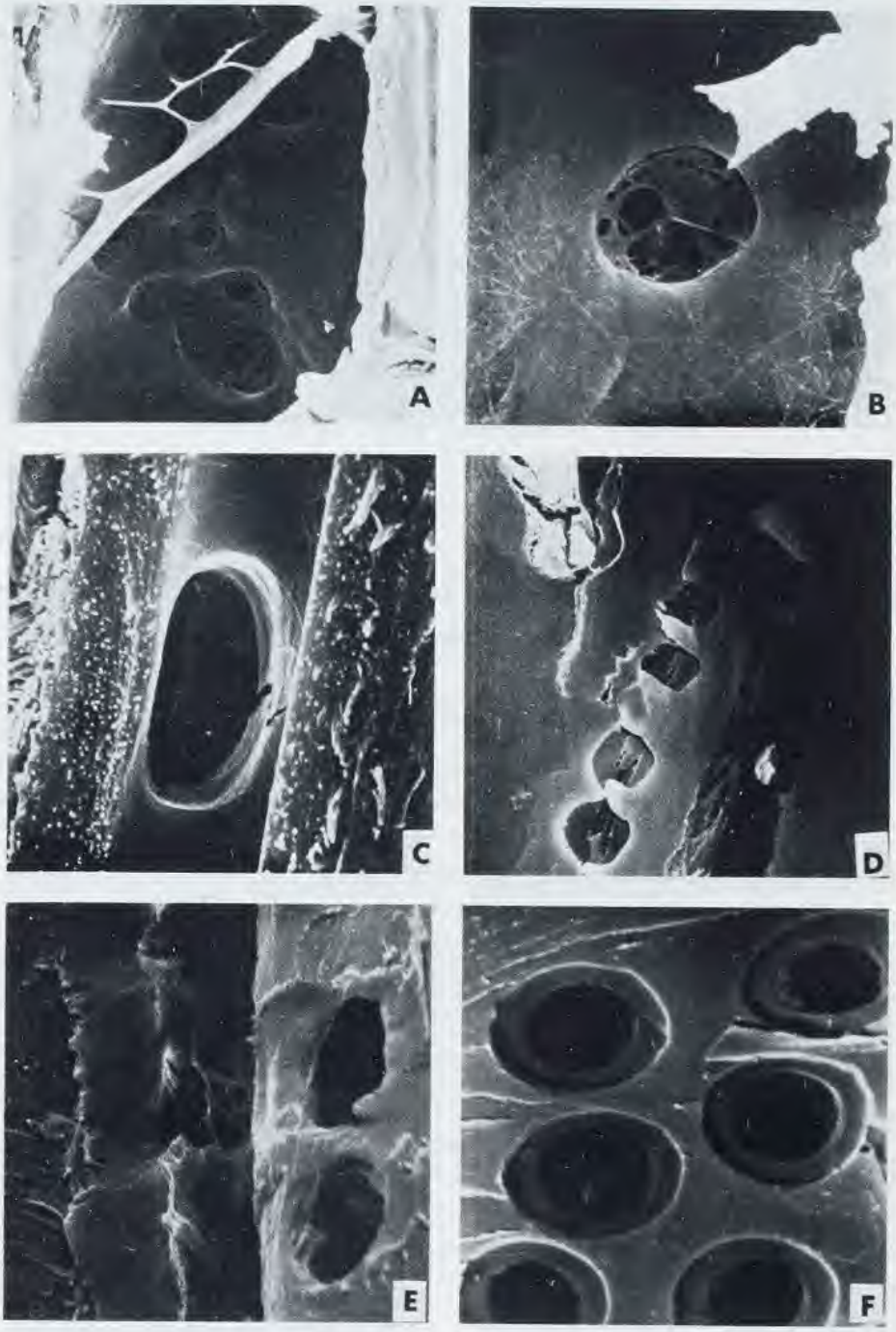
Fig. C. - Perforation régulière creusée dans la paroi en profondeur. Huit semaines d'exposition (X 5000).

Fig. D. - Cavités disposées régulièrement au fond d'un vaisseau après huit semaines d'exposition (X 1300).

Fig. E. - Fond d'une fibre attaqué par le champignon après dix semaines d'exposition. Noter la dégradation irrégulière des différentes couches de la paroi cellulaire mises en évidence par les flèches (X 4000).

Fig. F. - Ponctuations aréolées d'un vaisseau agrandies après douze semaines d'exposition (X 2700).

Source : MNHN, Paris



Source : MNHN, Paris

Planche V. — Microscopie optique, lumière polarisée

Fig. A. - Section transversale de bois de Hêtre sain (X 550). Toutes les parois sont observables.

Fig. B. - Exposition de deux semaines (X 550). Les parois sont encore visibles intactes.

Fig. C. - Exposition de quatre semaines (X 550). Disparition de la couche S_3 et d'une partie de la couche S_2.

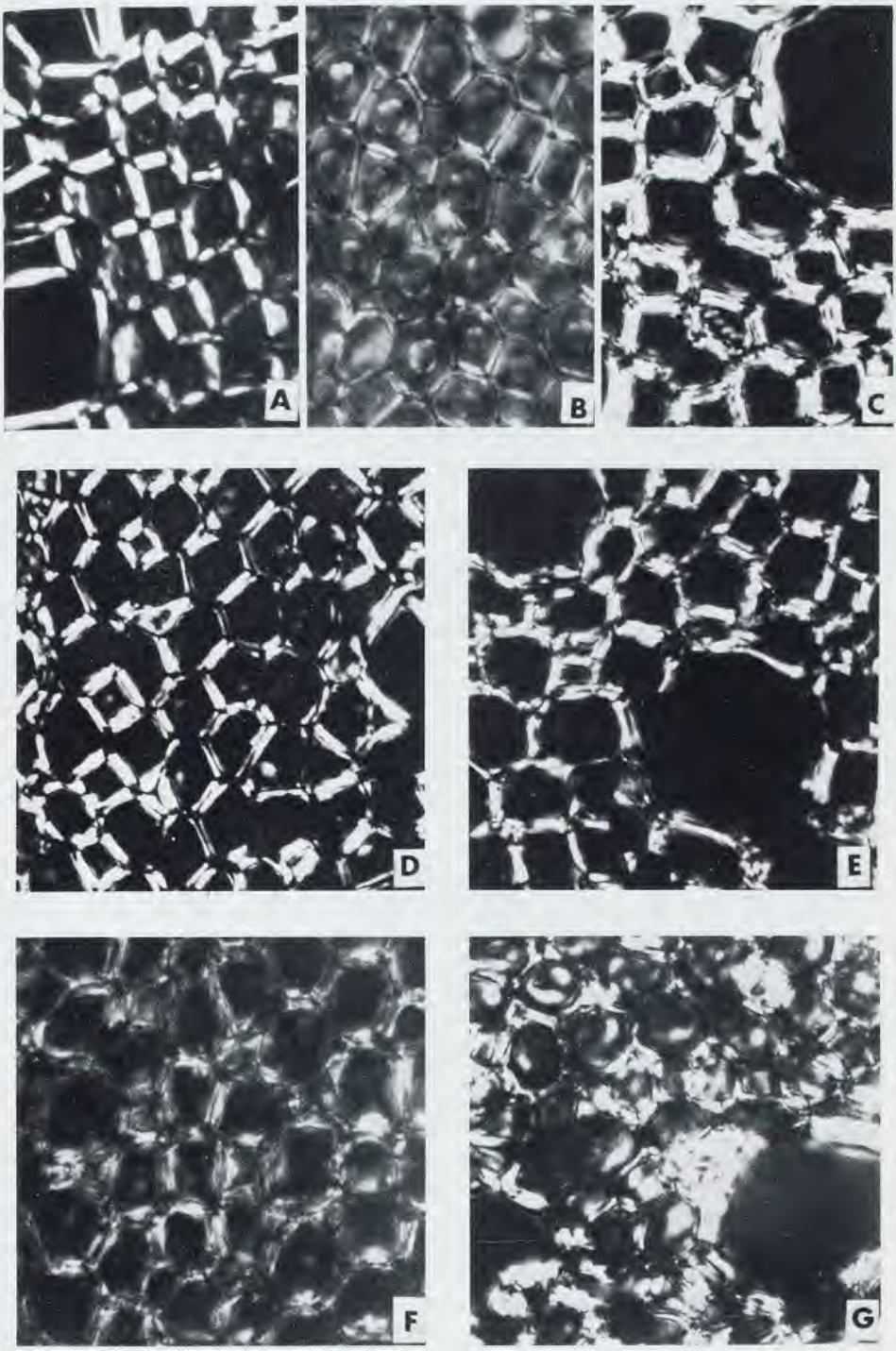
Fig. D. - Exposition de six semaines (X 550). Les couches S_3, S_2, S_1 ne sont pas visibles.

Fig. E. - Exposition de huit semaines (X 550). La totalité de la paroi secondaire n'est pas visible, une partie de la paroi primaire également, seule la lamelle moyenne subsiste par endroits.

Fig. F. - Exposition de dix semaines (X 550). Une partie seulement de la paroi primaire et la lamelle moyenne sont encore présentes.

Fig. G. - Exposition de douze semaines (X 550). La paroi est très dégradée, l'image sombre montre un départ des parois secondaire et primaire. La trame de la lamelle moyenne semble encore subsister.

Source : MNHN, Paris



Source : MNHN, Paris

Source : MNHN, Paris

LES CHAMPIGNONS, UN UNIVERS PARALLELE

Il m'est venu à l'esprit une idée toute simple, et qui expliquerait peut-être bien des choses. C'est que les Champignons, dans le règne végétal, sont sans doute les derniers venus. La raison est évidente : comme ils sont incapables de vivre par eux-mêmes et ne le peuvent qu'aux dépens de matières organiques toutes faites, vivantes ou mortes, dont ils tirent leur subsistance, il a bien fallu qu'avant eux se trouvent d'autres végétaux pour leur fournir leur nourriture nécessaire. Et si, comme on le croit, les premiers Champignons ont été des Algues qui avaient perdu la recette de la chlorophylle, ils ont dû parasiter les algues qui étaient à leur disposition pour continuer d'être.

Mais à mesure que la végétation du globe a conquis la terre ferme, les Champignons (et nous ne savons rien de ces premiers-venus) ont suivi, et leur constitution incroyablement simple et presque indifférenciée leur a permis de s'adapter aux différents chimismes des végétaux de plus en plus nombreux et variés qu'ils rencontraient.

Mais chaque adaptation à un chimisme nouveau de leur substratum les obligeait à trouver des formes nouvelles, et il se pourrait bien que ces premiers champignons aient vécu dans une dépendance spécifique absolue par rapport à leurs supports choisis, ou imposés.

Il est possible aussi que ces Champignons primitifs aient été très modestes, et bien plus semblables à nos moisissures qu'à des Amanites ou à des Bolets. Et nous savons bien qu'aujourd'hui encore les Champignons microscopiques sont infiniment plus nombreux que les grands Champignons de nos prés ou de nos forêts, qui sont, par rapport aux tout petits et aux invisibles, des espèces d'exhibitionnistes aberrants.

Cette idée m'est venue en considérant en particulier les Marasmes. En effet, il en est nombre d'espèces qui sont rigoureusement spécialisées : il y a ceux qui ne colonisent que les feuilles de buis, ou de lierre, ou de houx, ou d'olivier, ou de *Dryas*, etc. Et dans la forêt tropicale où ils pullulent, on en voit en une heure ou deux des centaines d'espèces, les feuilles de chaque arbre semblant en nourrir une qui lui soit particulière. Et comme dans ces forêts on rencontre des centaines d'espèces d'arbres, si les Marasmes se sont adaptés successivement à chacune, comme il est fort possible, on voit devant quel labyrinthe on se trouve quant à leur détermination et à leur écologie. Nous n'avons en France que quarante huit espèces d'arbres indigènes, et nous sommes déjà embarrassés de leurs associations avec les Champignons qui leur sont propres.

Source : MNHN, Paris

Or ces Marasmes sont d'invention récente, puisque les arbres à feuilles, les Angiospermes qui les abritent, sont les derniers venus. Il est donc permis de croire qu'au fur et à mesure de leur apparition, le «génie» des Marasmes a fait des tentatives pour accroître son empire, et qu'il y est arrivé en colonisant, quitte à créer des formes nouvelles, toutes sortes de milieux imprévus.

Mais en même temps, d'autres espèces échappaient à la spécificité de leur support, et on en voit qui se satisfont de n'importe quelle feuille morte ou de n'importe quel substrat. Ainsi les espèces qui semblent les plus évoluées se délivrent de cette tyranie, et tentent d'autres aventures. Notre *Marasmius Oreades*, qui est devenu purement terrestre, en est l'exemple le plus évident.

Il existait déjà des «Polypores» lors de la formation des bassins houillers, et ce sont même les seuls Champignons dont on ait retrouvé des fossiles. Or de nos jours même, un grand nombre de ces lignicoles sont attachés à un arbre particulier. Les Conifères ont les leurs, et beaucoup de feuillus en supportent d'exclusifs, tandis que d'autres se satisfont de n'importe quel bois. Mais là aussi, on peut supposer que ceux des Conifères sont plus anciens que ceux des feuillus, et pour la même raison que les Marasmes.

Si on se tourne vers l'ensemble des Agaricales, on s'aperçoit que tout s'est passé comme si tous ces Champignons avaient fait un effort inconcevable pour conquérir, moyennant les transformations formelles nécessaires, tous les milieux possibles, au point qu'aujourd'hui il n'y a pas de milieu naturel ou non qui n'ait ses Champignons propres. Voyez les Bolets. Les plus anciens sont ceux des Conifères, par évidence, et ne les quittent pas. Mais d'autres se sont progressivement aventurés ailleurs, et ont conquis tous les feuillus, les plus évolués manifestant une préférence pour les Salicacées. De même les Hygrophores. L'*Hygrophorus erubescens* est lié aux Conifères, tandis que *H. Russula*, qui lui ressemble comme un frère mais dont le chimisme est différent, est lié aux *Quercus*. Tout se passe comme si à partir d'*erubescens* une souche s'était adaptée chimiquement et formellement aux feuillus. De même si *H. Piceae* est lié aux Épicéas, *H. Fagi* qui lui ressemble beaucoup en plus puissant s'est adapté aux *Fagus*.

Enfin, d'autres espèces ont très vite manifesté des aptitudes d'adaptation extrêmes, et se sont accommodées de tous les arbres. *Amanita rubescens* vient partout, alors que *muscaria* se limite aux Conifères et aux *Betula*. L'Oronge exige des *Quercus* ou des *Castanea*, mais les divers *Amanitopsis* viennent à peu près n'importe où.

Mais Bolets et Amanites sont des mycorrhiziques à peu près obligatoires. Vivant en communauté avec les racines des arbres, leurs représentants tantôt sont exclusifs d'une espèce tandis que d'autres se contentent de n'importe quelle racine. Cet ubiquisme, ou si on préfère cette indifférence, est sans doute un signe de plus haute évolution.

Restent les saprophytes. On sait qu'eux aussi ont colonisé tous les milieux possibles : feuilles mortes ou brindilles comme les Marasmes ou les Mycènes, fumiers comme les Coprins, terreau comme beaucoup de Psalliotes, humus

Source : MNHN, Paris

des prés et des forêts comme le font les Rhodopaxilles et les Rhodophylles. La palme de l'indifférence revient peut-être au *Rhodopaxillus irinus*, qu'on rencontre aussi bien dans les prairies les plus steppiques, les prés marécageux au bord des ruisseaux, les sapinières, les haies, les vergers, ou dans les forêts les plus classiques. Exemple étonnant et peut-être unique d'une faculté d'adaptation qui permet à l'espèce d'utiliser au hasard n'importe quel milieu, où elle se comporte d'ailleurs de manière très différente.

Mais il suffit d'y penser pour constater qu'en fait les Champignons, aussitôt constitués en corps social, si l'on peut dire, ont couru après tous les supports possibles, et les ont tous reconnus. Qu'il y ait des Champignons spécialisés aux sabots des chevaux morts, aux cornes de boeufs, aux poils, ou à d'autres Champignons qu'ils parasitent, prouve qu'ils n'ont rien oublié et qu'ils ont passé toute la création, vivante ou morte, au peigne fin, et que devant chaque problème ils ont trouvé la solution idoine et définitive. Tout se passe comme si, dans le monde vivant, chaque être provoquait l'existence du ou des champignons destinés à le détruire, ou parfois, comme dans le cas des mycorrhiziques, à l'aider à vivre.

On pourrait évidemment multiplier à l'infini les exemples. Mais ceux que j'ai choisis devraient donner envie à ceux qui auront eu la patience de me lire, de trouver les autres, ou peut-être aussi de me contredire. En arrivant à un âge où ma mémoire un peu saturée enregistre mal les espèces encore inconnues d'elle, il me plaît de considérer le monde des Champignons de plus loin, comme l'a fait Roger HEIM lui-même tant de fois. Et ce faisant, il m'est apparu que les Champignons forment, en-dessous du monde des Phanérogames, un petit univers parallèle, lié à l'autre par des liens d'interdépendance réciproques, et que cet ensemble de végétaux que leur privation de chlorophylle condamne à une existence souterraine ou cachée en dehors de ses fructifications polymorphes joue son rôle omniprésent avec toute la variété dont il est capable, et que sorti de quelques archétypes oubliés, il a foisonné et foisonne peut-être encore en un éventail d'espèces dont nous ne terminerons jamais l'inventaire.

Il est bien possible que des réflexions analogues soient déjà venues à l'esprit d'autres mycologues bien plus savants que moi, et qu'ils les aient mieux exprimées. Mais je n'ai pas tout lu, et je livre les miennes comme elles me sont venues, avec tout ce qu'elles peuvent comporter d'aléatoire et d'à-peu-près. C'était un risque à courir, et si je peux seulement provoquer une explication différente et plus convenable, j'aurai peut-être servi à quelque chose.

G. Becker

Source : MNHN, Paris

Source : MNHN, Paris

ANALYSES BIBLIOGRAPHIQUES

DARIMONT F. — Recherches mycosociologiques dans les forêts de Haute-Belgique. Essai sur les fondements de la sociologie des Champignons supérieurs. *Institut Royal des Sciences de Belgique*, Mémoire n° 170, 2 tomes, XIV et 220 p., 68 tabl., 17 cartes, 26 phot., 36 pl. coul., 1973 (prix : 4 000 F. B.).

Précédé d'une notice qui retrace la carrière et l'oeuvre scientifique de Fredi DARIMONT, décédé accidentellement en 1966, cet ouvrage est en réalité la publication posthume du mémoire qu'il avait présenté lors de la soutenance de sa thèse de Doctorat, en 1952. Cette publication a l'immense mérite de mettre à la disposition de tous les mycologues l'ensemble d'un travail remarquable, malheureusement resté trop longtemps quasi-inaccessible. Après un «avertissement» de J. LAMBINON qui expose les conditions dans lesquelles le manuscrit a pu être édité, et une introduction dans laquelle F. DARIMONT rappelait les difficultés inhérentes à l'étude des champignons supérieurs, l'ouvrage est divisé en trois grandes parties :

La première partie, «aperçu critique des recherches de géographie mycologique», comprend trois chapitres qui sont, respectivement, une analyse des travaux antérieurs de chorologie mycologique, une présentation des connaissances relatives à l'écologie des champignons supérieurs et une discussion des données fournies par la littérature mycosociologique, à l'époque où ce mémoire a été rédigé. De ces mises-au-point, F. DARIMONT tire un ensemble de constatations, sortes de postulats nécessaires pour une étude rationnelle de la sociologie mycologique.

La seconde partie est consacrée à la justification et à l'exposé de la méthode d'étude élaborée et utilisée par l'auteur. Elle est également divisée en trois chapitres : rappel des caractères originaux des champignons, dont il faut impérativement tenir compte; dégagement de principes propres à leur étude sociologique (*valeur représentative des carpophores, valeur synécologique de la physionomie, valeur sociologique de la liste fongistique*); enfin, l'exposé détaillé de la méthode et des techniques d'analyse sociologique proposées.

La troisième partie est une application de cette méthode : «étude sociologique de la *mycétation* (= végétation fongique) de formations silvatiques caducifoliées de Haute-Belgique». Après l'exposé des analyses mycosociologiques de dix-huit forêts, représentant six types d'associations forestières, l'auteur

Source : MNHN, Paris

peut réaliser une synthèse qui confirme l'existence de groupements mycologiques originaux dont la répartition n'est pas parallèle à celle des associations végétales. Ayant pu montrer que plusieurs associations mycologiques (= sociomycies) se stratifient au sein d'une même association de plantes autotrophes, F. DARIMONT dégage l'importance, en écologie mycologique, d'un facteur synécologique jusqu'alors insoupçonné : *l'étage de végétation*. Il vérifie d'adéquation de l'application, au niveau synécologique, de la «loi» de convergence épharmonique de VESQUE (liens entre des ressemblances morphologiques et une adaptation à des conditions externes identiques), ainsi que le postulat de BISBY selon lequel la «prédominance numérique spécifique des Champignons sur les végétaux autotrophes est d'autant plus forte que l'aire considérée est plus petite». Enfin, il lui est possible de synthétiser l'ensemble de ses observations en un système à quatre classes, huit ordres, seize alliances et vingt-deux sociomycies, et même de définir, sur la base de données mycosociologiques, l'horizon inférieur de l'étage du Hêtre, en Haute-Belgique : les *Acereto-Fraxinetum* de l'étage des collines.

Le grand mérite de l'oeuvre de F. DARIMONT est d'avoir jeté, dès 1952, les fondements d'une réelle approche scientifique de la sociologie des Champignons supérieurs. Ayant clairement perçu l'impossibilité d'étudier les groupements mycologiques au niveau des associations végétales telles qu'elles sont révélées par l'étude des plantes vertes, il a osé ériger la mycosociologie en discipline autonome, soeur mais distincte de la phytosociologie. La méthode qu'il propose découle logiquement de cette constatation. Si elle fait appel à des principes spécifiques à l'étude des groupements fongiques (seconde partie, chapitre II), elle est aussi largement inspirée de ceux qui avaient alors fait leurs preuves en phytosociologie (principes d'appréciation des caractères sociologiques, de coefficionnement des caractères, de recherche des analogies, . . .). Toutefois, lorsqu'elle est possible, la transposition est faite avec un esprit critique : dans ses techniques d'analyse, par exemple, F. DARIMONT n'hésite pas à abandonner la notion phytosociologique de dominance, inadaptée à la nature fongique, pour introduire un critère jusqu'alors négligé des mycologues eux-mêmes, l'aspect physionomique des carpophores; il peut alors, dans ses descriptions synthétiques, substituer au caractère phytosociologique de dominance spatiale celui d'une dominance physionomique relative.

On pourrait discuter de la terminologie proposée ou de l'adéquation optimale de certaines échelles d'expression de quelques caractères sociologiques ou encore regretter l'absence de retouches rendues nécessaires par le recul du temps. Ce serait s'attacher à des détails pour ne pas voir l'essentiel. Les résultats exposés dans la troisième partie confirment pleinement le postulat de non-homologie entre sociomycies et associations de plantes autotrophes, montrent l'efficacité globale de la méthode et attestent donc, en définitive, à la fois de la valeur des principes et de celle des critères proposés, même si ces derniers ne sont pas encore optimisés. En ce qui concerne le dernier point, J. LAMBINON expose dans son «avertissement» les motifs pour lesquels l'actualisation du manuscrit n'a été que partielle, réduite à un index assorti d'une mise-au-point

Source : MNHN, Paris

nomenclaturale et à des remarques taxonomiques qui tiennent compte de l'évolution de la Systématique depuis 1952. Ces adjonctions étaient nécessaires; d'autres, qui l'étaient tout autant, n'ont pu être réalisées mais, sur le fond lui-même, l'oeuvre de F. DARIMONT demeure actuelle. Elle est toujours l'amorce qui aurait pu permettre l'essor de la mycosociologie, puis sa participation à une phytosociologie élargie, même si, restée trop confidentielle, elle n'a pas encore eu toutes les suites qu'elle méritait. Souhaitons que sa publication lui fasse enfin porter ses fruits et réaliser le voeu que formulait F. DARIMONT lui-même (p. 183) : «il faut espèrer que des recherches analogues aux nôtres seront effectuées ailleurs et qu'elles permettront d'étendre nos connaissances sur les groupements fongistiques et leur distribution». – P. J.

MUKAMMAL E. I. – Review of present knowledge of plant injury by air pollution. *World meteorological organisation*, Technical note n° 147, 1976.

Ce rapport essentiellement technique, fait le point sur le rôle que jouent les polluants de l'air vis-à-vis des plantes. Il a le mérite de rassembler sous une forme concise, un grand nombre de données telles que : le rôle des plantes comme sources de polluants, les effets bénéfiques ou malfaisants des différents polluants sur les plantes saines ou malades. Un chapitre important est consacré aux résultats des recherches effectuées en atmosphère confinée sur les réactions des plantes aux polluants de l'air ainsi qu'au rôle essentiel que joue la météorologie dans ce domaine. Une bibliographie très copieuse rend cet ouvrage très utile aux chercheurs confrontés aux problèmes de la pollution. – M. J. C.

WEHMEYER L. E. – The Pyrenomycetes fungi. Mycologia memoir n° 6, J. Cramer pub., Lehre, Germany, 1975.

Ce volume de 250 pages représente l'oeuvre posthume de L. E. WEHMEYER, décédé en 1971. Bien que le manuscrit n'ait pas été dans sa forme définitive et l'illustration trop incomplète pour être publiée, R. T. HANLIN a choisi d'éditer cet ouvrage à la mémoire de WEHMEYER et en hommage à l'important travail de synthèse sur la systématique des Ascomycètes qu'il représente.

En effet, l'auteur tente d'allier aux caractères morphologiques externes les données récentes sur l'ontogénie des ascocarpes. Il est donc amené à redéfinir un certain nombre de notions générales concernant la structure des Pyrénomycètes et en particulier la composition et l'origine du tissu interstitiel (parenchyme interstitiel, paraphysoïdes, pseudoparaphyses et paraphyses). Et cette démarche est fortement intéressante à bien des égards, et clairement présentée. Dans l'importante famille des Pleosporaceae par exemple, il reconnait l'existence d'un groupe central représenté par les genres *Leptosphaeria, Trichometasphaeria,* etc., à paraphyses vraies caractéristiques, entouré de genres apparentés dont le tissu paraphysoïde n'est pas encore connu précisément. Il complète alors les caractères de la famille par une liste importante de formes conidiennes caractéristiques de cet ensemble. L'auteur nous propose donc une classification des Pyrénomycètes qui sait utiliser au maximum les données morphologiques, structurales et biologiques récemment acquises.

Source : MNHN, Paris

Les quelques 500 références bibliographiques que comporte cet ouvrage témoignent de l'importance et de l'étendue de ce travail dont la portée n'échappera à aucun chercheur. Nous déplorons cependant que les circonstances n'aient pas permis d'accompagner cet important travail de quelques illustrations qui auraient avantageusement complété les brèves descriptions génériques où les clefs dichotomiques nous conduisent. – M. F. R.

BRODIE H. J. – The bird's nest fungi, Toronto U. Press, 200 p., 64 fig., 1975.

Depuis que les frères TULASNE (1844) leur avaient consacré un «essai monographique» où sont précisés l'organisation et le mode de fructification de ces curieux champignons, les Nidulariacées n'avaient fait l'objet d'aucune publication exhaustive. Le Dr BRODIE leur a consacré toute son activité scientifique, et peut au terme de sa carrière professionnelle nous livrer une somme de connaissances qu'il a largement contribué à accroître. L'ouvrage n'est pas une simple révision taxinomique, mais se présente comme une vaste monographie qui aborde tous les aspects de la recherche ayant pour objet ce petit groupe de Gastéromycètes, en portant plus particulièrement l'accent sur leur biologie. Ainsi l'analyse des mécanismes de dispersion de leurs propagules, fondée à la fois sur l'observation et sur une expérimentation encore inédite, est conduite avec une rigueur et une vivacité d'expression qui entraînent la conviction du lecteur. Le style clair et alerte, parfois humoristique, souvent passionné, de H. BRODIE, n'est d'ailleurs pas le moindre attrait de l'ouvrage.

De toute évidence, le traitement systématique des Nidulariacées n'est pas le souci majeur de l'auteur, bien qu'il ait contribué lui-même à enrichir le groupe de nouveaux taxas. Le but avoué des chapitres qui traitent de la taxinomie est de «rendre service aux mycologues en réunissant toutes les descriptions dans une seule publication». En fait, ces quelques 55 pages sont extrêmement denses et riches en informations multiples. Après avoir recensé la nature et les différents aspects des caractères macroscopiques et microscopiques qui déterminent les genres et les espèces, et fourni ainsi aux systématiciens une méthode précise d'identification, l'auteur donne la description de toutes les espèces actuellement connues, y compris les plus récemment publiées, avec toutes les synonymies et les références indispensables, sans omettre la discussion des problèmes d'ordre taxinomique posés par telle ou telle espèce. Une clé des espèces est fournie pour chaque genre; on regrette toutefois d'avoir à se reporter au tout premier chapitre pour connaitre la position précise des Nidulariacées parmi les Gastéromycètes, et trouver une clé générale des genres.

On pourrait penser que l'étude de ce petit groupe de champignons curieux ne présente guère qu'un intérêt académique. Un court paragraphe sur les activités métaboliques des *Cyathus* ouvre cependant des perspectives insoupçonnées; on y apprend que, dans des cultures de plusieurs espèces du genre, on a identifié depuis peu des substances organiques complexes qui n'étaient pas encore connues des chimistes et qui sont capables, in vitro, d'inhiber la croissance de multiples microorganismes pathogènes : bactéries, actinomycètes, dermatophytes; s'il fallait justifier l'intérêt que portent aux nidulaires quelques spécialistes en-

Source : MNHN, Paris

trainés par l'ardente conviction du Dr BRODIE, les propriétés de la cyathine et ses éventuelles applications thérapeutiques fourniraient un bon argument. Il n'en est pas besoin pour céder, tout simplement, au plaisir de la connaissance que nous dispense à coup sûr cet ouvrage original. – J. N.

MALENÇON G. & BERTAULT R. – Flore des Champignons supérieurs du Maroc. Tome II. *Travaux de l'Institut Scientifique Chérifien et de la Faculté des Sciences de Rabat*. Sér. Bot. et Biol. Vég., n° 33, 540 p., 105 fig., 22 pl. coul., 1975.

Suite du tome I de cette même série, cet ouvrage termine l'étude des Agaricaceae (Tricholomoideae), puis traite des Pleurotaceae, Hygrophoraceae, Cantharellaceae et Gomphaceae. Les auteurs décrivent 361 taxons dont un certain nombre de nouveautés de rang spécifique ou infra-spécifique : *Clitopilus ammophilus* Mlçn., *C. pertenuis* Mlçn., *Melanoleuca bataillei* Mlçn., *M. electropoda* Maire et Mlçn., *Clitocybe amoenolens* Mlçn., *Mycena seynesiella* Mlçn., *Delicatula persimilis* Mlçn., *D. pityophila* Mlçn., *Collybia xanthophylla* Mlçn. et Bert., *Panellus melleo-ochraceus* Mlçn., *Resupinatus physaroides* Mlçn. et Bert., *Crepidotus eucalyptinus* Maire et Mlçn., *C. microcarpus* Mlçn.; *Clitocybe flaccida* var. *fibrillosa* Mlçn., *Marasmius dryophilus* var. *lanipes* Mlçn. et Bert., *M. scorodonius* var. *virgultorum* Mlçn. et Bert., *Lentinus adhaerens* var. *inadhaerens* Mlçn. et Bert., *Pleurotus dryinus* var. *luteosaturatus* Mlçn., *Hygrophorus conicus* var. *chloroides* Mlçn., *Cantharellus cibarius* var. *alborufescens* Mlçn., *C. lutescens* var. *bisporus* Bert.; *Tricholoma saponaceum* f. *nympharum* Mlçn., *T. saponaceum* f. *carneifolium* Bert., *Mycena chlorantha* f. *bispora* Mlçn., *Pleurotus ostreatus* f. *subalutaceus* Mlçn. et Bert.

Quelques taxons sont publiés *ad interim*, sans diagnose, leurs validités demandant à être confirmée : *Lyophyllum crassipodium, Melanoleuca pascua, Mycena carneofusca, Hohenbuehelia strigosa, Mycena niveipes* f. *defibulata, M. scabripes* f. *safranopes*, une forme cédricole tétraspore de *Delicatula pityophila* nov. sp., etc. Quelques remaniements systématiques sont proposés, comme *Tricholoma cookeanum* nov. nom. (= *T. inodermeum* sensu Cooke, Heim, non Fries, Quél., Métrod.), *Clitocybula lenta* nov. comb. (= *Mycena lenta* Maire), *C. platyphylla* nov. comb. (= *Collybia platyphylla* Pers. ex Fr.), *Hohenbuehelia chevallieri* nov. comb. (= *Pleurotus chevallieri* Pat.), *Hygrophorus pseudodiscoideus* nov. comb. (= *H. eburneus* var. *pseudodiscoideus* Maire), *Pleurotus ostreatus* f. *suberis* (= *Pleurotus suberis* Pat.).

Un erratum, en tête de l'ouvrage, signale que la plupart des planches en couleur (dix-sept sur vingt-deux) présentent des dominantes roses ou jaunes, à la suite d'une erreur lors du tirage. C'est là un accident fort regrettable qui ôte une bonne part de l'intérêt qu'auraient apporté ces documents. Il n'en demeure pas moins que cet ouvrage constitue un apport très important à la mycologie et à la mycogéographie. – P. J.

Source : MNHN, Paris

SAMSON R.A., STOLK A.C. & HADLOCK R. — Revision of the subsection *Fasciculata* of *Penicillium* and some allied species. *Studies in Mycol.* 1976, C.B.S. Baarn, II : 47 p.

Le travail présenté par le C.B.S. bénéficie sans nul doute d'un préjugé favorable de la part de tous les mycologues affrontés à l'identification des *Penicillium*. Quelles que soient les qualités de la monographie de RAPER et THOM, chacun a expérimenté ses difficultés d'application; plus que les conceptions des auteurs américains et la date déjà ancienne de leur publication (1949), c'est l'extrême variabilité des caractères culturaux des *Penicillium* qu'il faut incriminer.

Plutôt que d'ajouter de nouvelles coupures aux trop nombreuses espèces déjà décrites, il apparaissait indispensable de réévaluer ces espèces à la lumière de critères précis, fondés sur des caractères significatifs et autant que possible stables; l'orientation actuelle de la systématique des champignons imparfaits, qui se réfère avant tout à l'ontogénie des appareils conidiens, imposait aussi une révision de la terminologie en usage pour les *Penicillium*.

Refaire la monographie de ce genre en tenant compte des quelques 150 ou 200 espèces décrites depuis un quart de siècle est une entreprise d'une telle ampleur qu'elle a de quoi rebuter les plus convaincus de sa nécessité. Plusieurs chercheurs de par le monde ont cependant abordé cette tâche, par le biais de révisions partielles, limitées à des groupes d'espèces affines. La contribution du C.B.S. est déjà importante, avec l'examen des *Penicillium* ascosporés appartenant aux genres *Eupenicillium* et *Talaromyces*, et celui des *Paecilomyces* où se trouvent reportés quelques *Penicillium* aberrants. La publication actuelle concerne la section *Fasciculata* sec. Raper et Thom, qui inclut quelques-unes des espèces les plus largement répandues dans la nature. Le caractère commun aux membres de ce groupe est la formation de bouquets de conidiophores agrégés en corémies, coexistant d'ailleurs avec des éléments isolés; on sait que pour la plupart des espèces cette fasciculation ne se maintient pas en culture. La considération de caractères plus significatifs : forme des phialides, morphologie et dimensions des conidiophores et des conidies, conduit les auteurs à élargir sensiblement les limites du groupe qui, amputé toutefois de la série *gladioli*, accueille aussi la série *commune* des *lanata* et la série *terrestre* des *funiculosa*; ce à quoi les utilisateurs souscriront volontiers. Ils renonceront peut-être moins facilement à traiter *P. cyclopium*, si commun et bien caractéristique, comme une espèce «à part entière». Mais la réhabilitation du binôme *P. verrucosum* Dierckx, dont l'interprétation manquait jusqu'ici de précision, conduit à admettre sous ce vocable de nombreuses souches réparties dans de multiples espèces. SAMSON et al. considèrent *P. verrucosum* comme une espèce morphologiquement bien définie, mais très variable quant à des caractères considérés comme mineurs : couleur des colonies, vitesse de croissance, fasciculation et ornementation des conidiophores. Six variétés sont proposées, sur la base de la pigmentation et de caractères physionomiques suffisamment tranchés, quoiqu'on doive admettre l'existence de souches de type intermédiaire. C'est ainsi que *P. cyclopium*, *P. corymbiferum*, *P. ochraceum*, entre autres, se trouvent

Source : MNHN, Paris

réduits au rang de variétés du *P. verrucosum*; certains préfèreront sans doute leur conserver leur autonomie spécifique; il n'en est pas moins intéressant de reconnaître leur étroite parenté.

La publication de SAMSON, STOLK & HADLOK allège très sensiblement la systématique de ce groupe de *Penicillium*, puisqu'aux 28 espèces et une variété de RAPER & THOM ils opposent 19 taxa, dont seulement 13 espèces (*P. italicum* comprenant deux variétés et *P. verrucosum*, six); encore faut-il noter que deux de ces espèces et une variété ont été récemment introduites : *P. hordei* Stolk 1969, *P. isariiforme* Stolk et Meyer 1957, *P. cyclopium* (= *P. verrucosum*) var. *album* G. Smith 1951; en outre, une espèce nouvelle : *P. concentricum* et deux nouvelles variétés : var. *avellaneum* de *P. italicum* et var. *melanochlorum* de *P. verrucosum* sont ici proposées, tandis que la var. *echinulatum* de *P. cyclopium* est élevée au rang d'espèce (Fassatiovà, 1976).

Pratiquement, et c'est ce qui retiendra le plus l'attention des mycologues affrontés à l'identification de *Penicillium* banaux, les séries : *ochraceum, viridicatum, cyclopium, italicum, urticae, granulatum, commune* et *terrestre* de RAPER & THOM se trouvent réduites à un petit nombre de taxa : *P. verrucosum* et ses var., *P. echinulatum, P. expansum, P. italicum, P. griseofulvum, P. granulatum, P. lanosum, P. commune*. A chacun maintenant d'analyser et d'assimiler les caractères qui définissent ces coupures, pour tenter de les appliquer concrètement à l'identification de telle ou telle souche «à problème». Gageons que l'esprit critique se laissera volontiers mettre en sommeil et que l'on adoptera très largement la solution apparemment raisonnable qui nous est ici proposée. — J. N.

SCHIPPER M. A. A. — On *Mucor circinelloides, Mucor racemosus* and related species. *Studies in Mycol.*, C.B.S. Baarn, 12 : 40 p., 1976.

Poursuivant sa révision des *Mucor*, l'auteur aborde ici un groupe d'espèces à sporocystes d'assez petite taille, bruns ou noirâtres, à sporangiophores plusieurs fois ramifiés en sympode; les zygospores, quand on les connait, sont de teinte brun rougeâtre. D'autres caractères convergents autorisent à rapprocher ces *Mucor* que l'on trouve répartis dans les sections *Sphaerosporus* et *Racemosus* de la monographie classique de ZYCHA (1935).

Comme dans les publications précédentes, SCHIPPER emprunte ses arguments, non seulement à la morphologie des champignons, mais aussi aux tests d'interfertilité, qui conduisent à réduire au rang de formes du *M. circinelloides* les *M. lusitanicus* Bruderlein, *griseo-cyanus* Hagem, *jansseni* Lendner; de même l'espèce commune *M. racemosus* Fres. regroupe trois formes : *racemosus, sphaerosporus* (*M. sphaerosporus* Hagem) et *chibinensis* (*M. chibinensis* Neophytova). Plusieurs espèces qui ne figurent pas dans le recensement de ZYCHA et al. (1969) sont reconnues et décrites par le présent auteur, en particulier *M. fuscus* Bainier, un des agents d'altération redoutés de l'industrie fromagère.

Les douze taxa ici décrits marquent une étape de plus vers la réalisation, vivement attendue, d'une monographie moderne du genre *Mucor*. — J. N.

Source : MNHN, Paris

Commission paritaire n° 29713 mars 1955
Dépôt légal : n° 605 - Décembre 1976 - Imp. Vial, 91410 Dourdan

Source : MNHN, Paris